

**GESTIÓN FORESTAL URBANA COMO MECANISMO DE CAPTURA DE
CARBONO EN EL CAMPUS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD
JAVERIANA SEDE BOGOTÁ D.C.**

LINA YAZMÍN QUIÑÓNEZ COLLAZOS

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ
FEBRERO DE 2010**

**GESTIÓN FORESTAL URBANA COMO MECANISMO DE CAPTURA DE
CARBONO EN EL CAMPUS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD
JAVERIANA SEDE BOGOTÁ D.C.**

LINA YAZMÍN QUIÑÓNEZ COLLAZOS

Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Gestión Ambiental

CARLOS A. DEVIA CASTILLO

Ingeniero Forestal

Director

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ
FEBRERO DE 2010**

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a las personas que orientaron la elaboración de la investigación y a quienes de manera cordial facilitaron la información requerida.

INGENIERO CARLOS DEVIA CASTILLO. Director del proyecto y Docente de la Maestría en Gestión Ambiental de la Pontificia Universidad Javeriana.

INGENIERO JOSÉ MARÍA CASTILLO. Director de la Maestría en Gestión Ambiental. Pontificia Universidad Javeriana.

INGENIERO AUGUSTO REPIZZO. Docente. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Pontificia Universidad Javeriana.

INGENIERO MARIO OPAZO. Docente de la Maestría en Gestión Ambiental. Pontificia Universidad Javeriana.

JAVIER VALENCIA. Instituto de Desarrollo Urbano. Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.

GABRIEL TALERO. Subdirección Técnica de Mantenimiento del Espacio Público. Instituto de Desarrollo Urbano. Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.

ALMA NOHORA MIRANDA. Asistente Jefe de Servicios, Archivo Histórico Javeriano. Pontificia Universidad Javeriana.

PATRICIA ALVARADO. Archivo Histórico. Pontificia Universidad Javeriana.

ARQUITECTO OCTAVIO MORENO. Decano Facultad de Arquitectura. Pontificia Universidad Javeriana.

MARÍA DOLORES PÉREZ. Oficina de Planeación. Pontificia Universidad Javeriana.

DAVID BELLO. Oficina de Planeación. Pontificia Universidad Javeriana.

INGENIERO CARLOS CUARTAS. Facultad de Arquitectura. Pontificia Universidad Javeriana.

ARQUITECTA LILIANA ANDREA PINTO. Oficina de Construcciones. Pontificia Universidad Javeriana.

ARQUITECTA LINA M. ACHURY. Dirección Administrativa Oficina de Planeación de Planta Física

INGENIERO JAÍR ANTONIO PAZ RAMOS. Cornalsum Ltda.

PERSONAL ARCHIVO ADMINISTRATIVO.

ANGÉLICA RODRÍGUEZ. Ingeniera Civil.

Agradezco también el apoyo incondicional de mis padres y hermanos, a mis compañeros de la Maestría en Gestión Ambiental y a todas aquellas personas que apoyaron la realización del proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE CUADROS	11
ÍNDICE DE GRÁFICAS	11
ÍNDICE DE ANEXOS	12
GLOSARIO	13
UNIDADES DE CONVERSIÓN	16
RESUMEN	17
1. INTRODUCCIÓN	18
2. ANTECEDENTES	20
2.1. GESTIÓN AMBIENTAL EN COLOMBIA	20
2.2. EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO A NIVEL MUNDIAL	25
2.3. USO DE LA MADERA EN LAS CONSTRUCCIONES DE UNIVERSIDADES	26
2.4. USO DE LA MADERA EN COLOMBIA	28
2.5. UNIVERSIDADES Y MEDIO AMBIENTE EN BOGOTÁ.	32
3. JUSTIFICACIÓN	34
4. OBJETIVOS	35
4.1. OBJETIVO GENERAL	35
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35
5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	36
5.1. GESTIÓN AMBIENTAL	36

5.2.	GESTIÓN FORESTAL	38
5.3.	CAMBIO CLIMÁTICO	39
5.4.	GASES EFECTO INVERNADERO	40
5.5.	GESTIÓN AMBIENTAL Y CAMBIO CLIMÁTICO	42
5.6.	ENTORNO INTERNACIONAL DE LA PROBLEMÁTICA DEL CALENTAMIENTO GLOBAL	43
5.7.	INTEGRACIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO EN LA GESTIÓN FORESTAL	44
5.8.	CICLO DEL CARBONO	45
5.8.1.	CICLO DEL CARBONO MUNDIAL	46
5.8.2.	CICLO DEL CARBONO EN ÁRBOLES Y MADERA	47
5.9.	FIJACIÓN Y CAPTURA DE CARBONO	48
5.10.	CONTABILIZACIÓN DEL CARBONO	49
5.11.	CARACTERÍSTICAS DE LAS CONSTRUCCIONES DE MADERA	50
5.11.1.	PROTECCIÓN A LA HUMEDAD	51
5.11.2.	PROTECCIÓN DE TEMPERATURAS EXTREMAS	51
5.11.3.	PROTECCIÓN DE RUIDOS	51
5.11.4.	PROTECCIÓN ANTE LOS INSECTOS	51
5.11.5.	PROTECCIÓN ANTE LOS SISMOS Y VIENTOS	52
5.11.6.	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	52
5.11.7.	UBICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES DE MADERA	52
5.12.	CONSTRUCCIONES, MATERIALES Y CAMBIO CLIMÁTICO	52
5.13.	BENEFICIOS AMBIENTALES DE LAS CONSTRUCCIONES DE MADERA	53
5.14.	CARBONO ALMACENADO EN PRODUCTOS DE MADERA	54
5.15.	GENERACIÓN DE CO ₂ POR MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	55

5.15.1. HIERRO Y ACERO	55
5.15.2. CONCRETO	56
5.16. UNIVERSIDADES Y CAMBIO CLIMÁTICO	57
6. MARCO GEOGRÁFICO	59
6.1. UBICACIÓN DEL CAMPUS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	60
6.1.1. POSICIÓN GEOGRÁFICA	60
7. MARCO NORMATIVO	62
8. METODOLOGÍA	66
8.1. PRIMERA ETAPA ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO	66
8.2. SEGUNDA ETAPA: ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	67
8.3. TERCERA ETAPA: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	67
9. RESULTADOS	72
9.1. DETERMINACIÓN DE LAS FUENTES GENERADORAS	72
9.1.1. FUENTE GENERADORA I. POBLACIÓN	72
9.1.2. FUENTE GENERADORA II: MATERIALES CONSTRUCCIÓN	74
9.1.2.1. EMISIONES DE CO ₂ DE LA UNIVERSIDAD JAVERIANA POR LA PLANTA FÍSICA	74
9.1.2.2. EMISIONES DE CO ₂ DE LA UNIVERSIDAD JAVERIANA POR EL MOBILIARIO URBANO	75
9.1.3. EMISIONES TOTALES DE CO ₂ ENCONTRADAS EN EL CAMPUS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA POR LAS DIFERENTES FUENTES GENERADORAS	77
9.2. CAPTURA DE CO ₂ POR EL ARBOLADO DE LA PUJ	78
9.2.1. REQUERIMIENTO DE ÁRBOLES PARA LA MITIGACIÓN DE LAS EMISIONES DE CARBONO EN LA PUJ	79

9.3. PROYECCIONES DE EMISIONES Y/O CAPTURAS DE CO ₂ POR LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE MOBILIARIO URBANO	81
9.4. IDENTIFICACIÓN DE ACTORES	83
10. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE GESTIÓN PARA LA CAPTURA DE CO ₂ EN EL CAMPUS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	84
10.1. ALTERNATIVA PEDAGÓGICA	84
10.2. ALTERNATIVA DE CONSTRUCCIÓN	85
10.3. ALTERNATIVA DE SEMBRADO DE ÁRBOLES	86
11. PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA CAPTURA DE CARBONO EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	87
11.1. OBJETIVO GENERAL DE LA PROPUESTA DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA CAPTURA DE CO ₂ EN LA UNIVERSIDAD JAVERIANA	87
11.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS Y ACTIVIDADES	88
11.2.1. PROGRAMA PEDAGÓGICO DE EDUCACIÓN, PARTICIPACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE LA COMUNIDAD JAVERIANA FRENTE A LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL POR EMISIONES DE CO ₂	88
11.2.1.1. ACTORES DEL PROGRAMA	89
11.2.1.2. VIGENCIA DEL PROGRAMA	89
11.2.1.3. RESPONSABLES DE LA ADOPCIÓN Y EJECUCIÓN DEL PROGRAMA	89
11.2.1.4. CONTROL DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN	89
11.2.1.5. ESTRUCTURACIÓN DEL PLAN	89
11.2.2. PROGRAMA DE GESTIÓN FORESTAL COMO MECANISMO DE CAPTURA DE CO ₂ PARA LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA Y PARA EL DISTRITO CAPITAL	92
11.2.2.1. OBJETIVO GENERAL DEL PROGRAMA	93
11.2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	93
11.2.2.3. ACTIVIDADES	93

11.2.2.4. ACTORES DEL PROGRAMA	94
11.2.2.5. VIGENCIA DEL PROGRAMA	94
11.2.2.6. RESPONSABLES DE LA ADOPCIÓN, EJECUCIÓN Y CONTROL DEL PROGRAMA	94
11.2.2.7. ESTRUCTURACIÓN DEL PLAN	95
12.DISCUSIÓN DE RESULTADOS	97
13.CONCLUSIONES	99
14.RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	102
INFOGRAFÍA	105
ANEXOS	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1. Cantidad mundial de Carbono presente en la Vegetación y en los reservorios de carbono hasta una profundidad de 1 m.	47
Tabla2. Objetivos con sus respectivas actividades para su cumplimiento	67
Tabla3. Tabla base para el cálculo de las cantidades de CO ₂ emitidas por el mobiliario	68
Tabla4. Tabla base para el cálculo de las cantidades de CO ₂ emitidas por las construcciones	69
Tabla5. Valores de referencia de Emisiones de CO ₂ por tonelada de material	69
Tabla6. Estimación de Dióxido de Carbono y Carbono	72
Tabla7. Emisiones de Dióxido de Carbono por la Población Javeriana	73
Tabla8. Emisiones de CO ₂ por los materiales de construcción de la planta física de la Universidad Javeriana	74
Tabla9. Emisiones de CO ₂ por el mobiliario urbano dispuesto en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana	76
Tabla10. Emisiones totales de las fuentes generadoras en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana.	78
Tabla11. Carbono capturado por las especies arbóreas del Campus de la Universidad Javeriana.	79
Tabla12. Requerimiento de árboles para la captura de Carbono en el campus de la Universidad Javeriana.	79
Tabla13. Requerimiento de árboles para la mitigación de las emisiones de carbono totales en la PUJ	80
Tabla14. Requerimiento de árboles para la mitigación de las emisiones de carbono anuales en la PUJ	81
Tabla15. Proyecciones de Emisión de Dióxido de Carbono con Reemplazo de materiales en la elaboración del mobiliario	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Edificio de la Universidad de Växjö	26
Figura 2. Edificio de la Universidad de Växjö	27
Figura 3. Ubicación del Campus de la Pontificia Universidad Javeriana en la Ciudad de Bogotá	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Programa Pedagógico de Educación, Participación y Sensibilización de la comunidad Javeriana frente a la problemática ambiental por emisiones de CO ₂	91
Cuadro 2. Programa de Gestión Forestal como mecanismo de captura de CO ₂ para la Universidad Javeriana y para el Distrito Capital.	96

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Emisiones de CO ₂ por la Población Javeriana.	73
Gráfica 2. Emisiones de CO ₂ por la planta física de la universidad Javeriana	75
Gráfica 3 Emisiones de CO ₂ por el mobiliario urbano de la universidad Javeriana	77
Gráfica 4. Acumulado de Emisiones de CO ₂ de las Fuentes Generadoras	78
Gráfica 5. Emisiones de CO ₂ del mobiliario Actual Vs. El Mobiliario propuesto	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A.	Proyecciones de Emisiones de CO ₂ para Colombia según el World Resource Institute (Años 1950 – 2008) y según Cálculo de la Huella Ecológica (Años 1930 – 1949)	107
Anexo B.	Proyecciones de Población Javeriana Años 1930 a 2008	110
Anexo C.	Tabla base para los Cálculos de Emisiones de CO ₂ por la población Javeriana Años 1930-2008	112
Anexo D.	Áreas de las edificaciones que componen el Campus de la Pontificia Universidad Javeriana	116
Anexo E.	Tabla base de cálculos de emisiones de CO ₂ y C por los materiales de construcción de la planta Física de la Pontificia Universidad Javeriana	119
Anexo F.	Cálculos de cantidades de Materiales utilizados en la elaboración del mobiliario urbano dispuesto en el Campus de la Universidad Javeriana	122
Anexo G.	Tabla base para cálculos de emisiones de CO ₂ y C por el mobiliario urbano dispuesto en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana	148
Anexo H.	Tabla base para el cálculo de las Proyecciones de Emisión de CO ₂ del mobiliario urbano del Campus de la Pontificia Universidad Javeriana propuesto en Madera	150
Anexo I.	Registro fotográfico del mobiliario urbano dispuesto en el Campus de la Pontificia Universidad Javeriana	152

GLOSARIO

Almacenamiento: Proceso para la retención de CO₂ captado de manera que no llegue a la atmósfera.

Aprovechamiento: Es el uso por parte del hombre de los recursos maderables y no maderables provenientes de la flora silvestre y de plantaciones forestales.

Arbolado Urbano: Conjunto de plantas de las especies correspondientes a los biotopos: árbol, arbusto, palma o helecho arborescente, ubicados en suelo urbano.

Arborización: Conjunto de actividades requeridas para la adecuada plantación y manejo del arbolado urbano.

Biomasa: Peso (o estimación equivalente) de la materia acumulada por la actividad biológica, por encima y por debajo del suelo. La biomasa se obtiene de la vegetación, cultivos acuáticos, residuos forestales y agrícolas, urbanos, desechos de la vegetación, animales, etc.

Bosque: Ecosistema compuesto predominantemente por árboles y otra vegetación leñosa que crecen juntos de manera más o menos densa.

Bosques Naturales: Áreas forestales en las que están presentes las características principales y los elementos claves de los ecosistemas naturales, tales como la complejidad, estructura y diversidad

Carbono almacenado: Cantidad absoluta de carbono presente en un contingente en un momento dado.

Carbono Fijado: Se refiere al flujo de carbono de la atmósfera a la tierra producto de la recuperación de zonas (regeneración) previamente deforestadas, desde pastizales, bosques secundarios hasta llegar a bosque clímax. El cálculo por lo tanto está definido por el crecimiento de la biomasa convertida a carbono

Carbono no Emitido: Se refiere al carbono salvado de emitirse a la atmósfera por un cambio de la cobertura. Se fundamenta en un supuesto riesgo que se tiene de eliminación de los bosques y por ende de emisión de carbono.

Dióxido de Carbono: Es generado principalmente por la combustión de combustibles fósiles a nivel industrial, vehicular y agrícola.

Efecto Invernadero: Se entiende por efecto invernadero al cambio climático provocado por un aumento de la temperatura ambiental a consecuencia de una mayor concentración de Dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, que aunque permite que la radiación solar llegue a la tierra, impide que parte de aquella pueda volver al espacio, siendo reflejada nuevamente y, por tanto, facilitando un aumento de temperatura.

Fijación: Inmovilización de CO₂ por su reacción con otro material para producir un compuesto estable.

Fuente: Todo proceso, actividad o mecanismo que libera un gas de efecto invernadero, un aerosol, o un precursor en la atmósfera.

Fuente: Lo contrario de sumidero. Un reservorio de carbono puede constituir una fuente de carbono para la atmósfera cuando es menor la cantidad de carbono que afluje a él que la que sale de él.

Huella Ecológica: Cantidad de hectáreas de tierra ecológicamente productiva como cultivos, bosques, ecosistemas, necesarios para producir los recursos que consumidos y para asimilar los residuos que generados. Entre más grande sea la huella de una determinada ciudad o un país, más grande será también el impacto ambiental que provoca.

Manejo: Conjunto de actividades técnicas que garantizan el adecuado desarrollo, crecimiento y aspecto de una planta en el suelo urbano.

Mitigación: Proceso de reducción del impacto de cualquier fallo.

Plantación: Conjunto de actividades técnicas requeridas para la adecuada ubicación de las plantas en el suelo urbano.

Poda: Actividad de manejo cuyo objeto es controlar y orientar el desarrollo de algunas de las partes de una planta o retirar partes muertas de la misma.

Protocolo de Kyoto: Protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, adoptado en Kyoto el 11 de diciembre de 1997. Es un tratado internacional que compromete a los países industrializados a reducir las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero para la próxima década. Los países en desarrollo no están comprometidos a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero pero sin su participación, el impacto de la implementación del Protocolo de Kyoto en la reducción de las emisiones sería insignificante.

Productos de la madera: Productos derivados de la madera recolectada de un bosque, incluida la madera leñera, los troncos y los productos derivados de

ellos, como los tablones, los tableros aglomerados, la pulpa de madera, el papel, etc.

Regeneración: Renovación de una extensión de árboles por medios naturales (siembra en el lugar o extensiones adyacentes o deposición por el viento, los pájaros o los mamíferos) o por medios artificiales (plantación de brotes o siembra directa)

Renovables: Fuentes de energía intrínsecamente renovables, como la energía solar, la energía hidráulica, el viento y la biomasa.

Reservorio de carbono: Todo sistema capaz de acumular o liberar carbón. Algunos ejemplos de contingente de carbono son la biomasa forestal, los productos de la madera, los suelos, o la atmósfera. Se expresa en unidades de masa (por ejemplo t C)

Reservorio de carbono del suelo: Se utiliza este contexto para referirse al correspondiente carbono presente en el suelo. Abarca varias formas de carbono orgánico de los suelos (humus) e inorgánico, y el carbón. No incluye la biomasa del suelo (por ejemplo, las raíces, los bulbos, etc.), así como la fauna del suelo (animales)

Revegetación: Actividades de plantación y manejo de material vegetal con fines de restauración ecológica.

Secuestro: Proceso por el que se aumenta el contenido de carbono de un contingente de carbono distinto de la atmósfera

Sostenible: En relación con el desarrollo, el que es sostenible en los ámbitos ecológico, social y económico.

Sumidero: Absorción natural de CO₂ de la atmósfera, generalmente en suelos, bosques u océanos.

Sumidero: Todo proceso o mecanismo que hace desaparecer de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor. Un reservorio dado puede ser un sumidero de carbono atmosférico si, durante un intervalo de tiempo, es mayor la cantidad de carbono que afluye a él que la que sale de él.

Tala: Actividad que implica corte en cualquier sección del fuste que puede conducir a la muerte de una planta, independientemente de su altura y su capacidad de regeneración.

Traslado: Actividad de manejo cuyo objeto es movilizar una planta de un sitio a otro.

UNIDADES DE CONVERSIÓN

1 tonelada (t)

1 Gigatonelada (Gt)

1 hectárea (ha)

1 kilómetro cuadrado (km²)

RESUMEN

Se realizó un ejercicio académico que permitió identificar el balance de emisiones captura de carbono que tiene la Universidad Javeriana desde el año 1930 al año 2008, en donde se plantea una propuesta que permita que la universidad esté en equilibrio en términos del contexto emisiones - captura.

Se encontró que de acuerdo a las estimaciones de emisiones causadas por los estudiantes y por las construcciones el balance de emisiones es completamente negativo debido al libre funcionamiento de la universidad y a que en las construcciones actuales no se han tenido en cuenta tecnologías menos contaminantes.

Existen diversos mecanismos para capturar carbono, en busca de un balance cero se plantea realizar un plan masivo de siembra, se propone que en las construcciones se utilice más la madera como material de construcción, se reduzca la utilización de concreto y metales y se incorpore un proceso de capacitación que busque que la gente no solamente tome conciencia de la necesidad de trabajar con materiales menos contaminantes sino que aprenda a trabajar con otros materiales como es el caso de la madera en las construcciones de la universidad, que además acepten y valoren el establecimiento de árboles como mecanismo de mitigación de la contaminación por CO₂ y que se implementen estrategias de gestión tendientes a reducir las emisiones de CO₂ en la comunidad Javeriana.

Palabras Claves: Emisiones, Construcciones en madera, Mobiliario urbano, Estrategias de Gestión, Establecimiento de árboles

1. INTRODUCCIÓN

La problemática ambiental, debido al incremento de los gases efecto invernadero, ha ocasionado que la humanidad adquiriera una mayor conciencia del papel que está desempeñando en el incremento de éste fenómeno natural, al punto de que en los últimos 20 años, el problema ambiental ha estado en las principales agendas mundiales, regionales y nacionales; por los efectos en la población, en la economía, y en la sociedad en general que conlleva éste fenómeno.

La presente investigación busca situar la gestión forestal como una herramienta fundamental para la búsqueda del equilibrio entre las emisiones y captura de carbono en un medio tan particular como la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá.

Basados en la metodología Investigación Acción, el trabajo de investigación tuvo como objetivo principal la elaboración de un estudio técnico y crítico sobre los mecanismos de captura y emisión de carbono en el Campus de la Universidad Javeriana y sus consecuencias en la misma.

Asimismo se estableció el marco teórico y conceptual que permitiera enfocar los temas y elementos esenciales del trabajo. Entre los conceptos y temas pertinentes se analizaron: la gestión ambiental, gestión forestal, cambio climático, gases efecto invernadero, y entorno del calentamiento global entre otros. Con estos conceptos se da una claridad sobre los diferentes componentes que hacen necesario y pertinente el tema de la captura de carbono. Igualmente se analizó la relación que existe entre las universidades y el cambio climático. Dentro del marco geográfico, se ubicó el campus de la Universidad Javeriana y la distribución de las áreas al interior de la misma, destacándose un porcentaje alto de áreas libre y zonas verdes.

En el marco normativo, se dio especial énfasis a la relación normativa urbana relacionado con la gestión ambiental y los programas y proyectos impulsados por el Distrito y por la misma universidad.

Ya en el aspecto metodológico en sí, se establecieron una serie de etapas de investigación que partieron de un diagnóstico y recolección de información relativa a las especies existentes en el campus y el mobiliario existente. En la segunda etapa se hizo el análisis de la información y, posteriormente, el estudio de alternativas y formulación de propuestas de gestión para la captura de CO₂ en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana.

Finalmente, el presente trabajo de investigación, elabora un análisis sobre los resultados obtenidos, las conclusiones que se extrajeron del mismo, y las recomendaciones necesarias para hacer más eficiente la gestión forestal en el campus de la Universidad Javeriana.

2. ANTECEDENTES

2.1. GESTIÓN AMBIENTAL EN COLOMBIA.

En Colombia, la gestión ambiental territorial está en cabeza de la autoridad ambiental de los Departamentos, sin embargo cada Municipio debe ejecutar acciones tendientes a desarrollar las actividades de gestión ambiental en sus territorios, desde la planeación, la ejecución y la medición o evaluación de las políticas, programas y proyectos tendientes a proteger el ambiente, el hábitat de los ciudadanos.¹

La gestión ambiental pública en Colombia está articulada a través del SINA Sistema Nacional Ambiental definido como el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en la Constitución Política de Colombia de 1991 y la ley 99 de 1993. El SINA está integrado por el Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial, las Corporaciones Autónomas Regionales, las Entidades Territoriales y los Institutos de Investigación adscritos y vinculados al Ministerio.²

La propuesta organizacional SIGAM como sistema integrado de gestión ambiental, hace énfasis en la coherencia que debe existir entre los distintos planes enunciados: coherencia desde la formulación de los objetivos y políticas ambientales, hasta la definición de programas y proyectos y la respectiva asignación de recursos. Las prioridades ambientales y los recursos destinados a su atención deben ser consecuentes y tener su clara representación en la agenda ambiental local y su respectivo plan operativo.³

Tanto planes, proyectos o propuestas que se relacionen con la gestión ambiental, deben estar avalados por un sistema de gestión como la Norma ISO 14001, por los beneficios que reporta en mercado, economía, imagen de la empresa y su situación reglamentaria, entre las que se destacan: Eliminación de barreras de mercado internacionales, cumplimiento de requisitos de los

¹En: Ingeterra – Gestión ambiental en Colombia – 05/03/2009 –
<http://ingeterra.espacioblog.com/post/2009/03/05/gestion-ambiental-colombia>
<http://ingeterra.espacioblog.com/post/2009/03/05/gestion-ambiental-colombia>

²Ibídem

³ Ibídem

clientes, captación de clientes sensibles al tema ambiental, disminución de importes en determinados seguros y algunas exenciones legales⁴.

Un sistema de gestión basado en estas normas exige una serie de criterios y elementos fundamentales como la identificación de los aspectos ambientales, criterios para su evaluación objetiva, planificación de cada operación, implicación de proveedores y subcontratistas, y seguimiento de medición.

En conclusión, *"el sistema de gestión ambiental debe proporcionar una sistemática de trabajo estandarizada orientada a obtener los resultados ambientales planificados"*⁵. Determinando entonces, que el tema ambiental exige una serie de criterios y requisitos para su eficiencia.

En el ámbito académico, en el año de 1994 el gobierno nacional, por intermedio de la Presidencia de la República, el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Defensa; crean los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), como estrategia pedagógica para impulsar *"la integración de las diferentes áreas del conocimiento, las diversas disciplinas y los diversos saberes, con el fin de permitir a los estudiantes, docentes y comunidad, la comprensión de un universo conceptual aplicado a la resolución de problemas"*⁶. Este tipo de Proyectos cuentan con el apoyo del Proyecto de Educación Ambiental y Biodiversidad, que busca principalmente el mejoramiento de la calidad de la educación desde una perspectiva de los problemas ambientales. ...

Para lograr estos objetivos se persigue el desarrollo de currículos relacionados con la biodiversidad en aspectos como la inserción, apropiación y permanencia de ésta temática en las aulas y, la *"dotación a las instituciones educativas de un material de apoyo que fortalezca el proceso de incorporación del tema de biodiversidad en los PRAEs obtenidos por el equipo nacional y por los docentes en el proceso"*⁷. Por ser proyectos que hacen parte del PEI⁸, se encuentran relacionados con el entorno local, asumiendo una perspectiva transversal e interdisciplinaria.

⁴ ORBITA VERDE. ISO 14001: Beneficios de los sistemas de gestión ambiental. <http://www.orbitaverde.com/iso-14001-beneficios-sistemas-gestion-ambiental-8939>

⁵ Ibid.

⁶ COLOMBIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, CENTRO VIRTUAL DE NOTICIAS. Proyecto de Educación Ambiental y Biodiversidad – Colombia. 2006. <http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/article-119002.html>. Tomado el 22 dic/2009

⁷ Ibid.

⁸ El PEI Proyecto Educativo Institucional, es el programa que desarrolla cada institución educativa, pública o privada, en el cual se fijan los derroteros de la propia institución como los principios, los fines, los recursos docentes y didácticos, la estrategia pedagógica, los reglamentos respectivos y el sistema de gestión. Ver COLOMBIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL MEN, Acerca del Proyecto Educativo Institucional PEI. <http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/article-126346.html>. tomado el 21 de diciembre de 2009.

Cuando se refiere a que es transversal, está indicando que los procesos pedagógicos y educativos, referidos a la problemática ambiental, sean asumidos por todas las áreas y programas sin distinción alguna y no de forma aislada. En síntesis, que el tema ambiental sea uno de los ejes de formación de cada una de las áreas y programas de educación formal.

La perspectiva interdisciplinaria plantea el reto de asumir la problemática ambiental como un asunto que le compete a todas las disciplinas, sin exclusión alguna, pero no como disciplinas autónomas, sino como la colaboración de las diferentes disciplinas para lograr los objetivos propuestos en los PEIs.

Estos aspectos que se tocaron para las PRAEs, igualmente son asumidos tanto por las PRAUs (Proyecto Ambiental Universitario), como por las PROCEDAs (Proyecto Ciudadano de Educación Ambiental).

El PROCEDA busca la *“resolución de problemas ambientales; a fomentar el trabajo intersectorial e interinstitucional para la resolución de los problemas con un alto contenido educativo... a la promoción del trabajo en grupo y comunitario”*⁹. Como puede verse, éste proyecto plantea la formación de las comunidades, instituciones y sectores sociales en donde el MEN puede establecer procesos de capacitación, a la vez que incorpora el componente educativo-ambiental en los planes y programas que estas organizaciones del sector no formal realizan. La principal estrategia para la realización de estos objetivos son los “Observatorios de participación y educación ambiental” en donde priman las propuestas de intervención ambiental con énfasis en el componente educativo.

Los PRAUs propenden por desarrollar una interacción Estudiante-Universidad-Medio Ambiente, en donde es clave el papel y la conciencia de los educadores para direccionar los programas hacia este objetivo. Los principios sobre los que se guía, de acuerdo con las principales líneas de actuación con objetivos evaluables y alcanzables, son: participación y actuación, cooperación interdisciplinaria, equipamiento, conocimiento, coordinación y colaboración, responsabilidad frente a la toma de decisiones y, visión de futuro y coherencia ambiental¹⁰. La Universidad Javeriana, a través del Instituto de Estudios

⁹ MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Op. Cit. Tomado el 21 de diciembre de 2009.

<http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-126594.html>

¹⁰ COLOMBIA, EPA-CARTAGENA. Proyecto de Educación Ambiental. 2007.
<http://www.epacartagena.gov.co/doc/plan-educacion-ambiental.pdf>.

Ambientales para el Desarrollo, ofrece un "Curso Reflexión y proyección de la Educación Ambiental en el contexto de los propósitos formativos, investigativos y de extensión de la Universidad" en donde se busca una reflexión hacia la Educación Ambiental en la Universidad, *"con proyección al Proyecto Ambiental Universitario –PRAU- desde la Política Nacional de Educación y el conocimiento y aplicabilidad de ésta en los Proyectos Escolares Ambientales –PRAEs- y en los Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental –PROCEDAs-"*¹¹. Dos puntos esenciales trata este curso: la dimensión ambiental y Universidad con el componente interacción ciencia, tecnología y sociedad; y la dimensión proyectiva hacia la construcción de sistemas educativos ambientales.

Desde otro ámbito, surgen las Agendas Ambientales Locales, también llamados Planes Ambientales Locales, que son *"un instrumento de planeación que busca mantener actualizada la información en el ámbito local y establecer una visión que oriente los programas y proyectos para dar respuesta a los diferentes problemas de cada localidad y facilitar la asignación de recursos económicos y la evaluación posterior del impacto que se logre"*¹². Esto se posibilita con la política distrital de protección del medio ambiente que se venía concretizando desde la promulgación del decreto 625 de 2007, que crea las Comisiones Ambientales Locales, en donde en su artículo 1º numeral 11, establece entre las funciones de estas Comisiones el *apoyar la gestión de los planes y agendas ambientales locales, que deberán estar articuladas con los instrumentos de planificación y de ordenación ambiental Local, Territorial y Distrital ... serán los instrumentos fundamentales de gestión de las Comisiones Ambientales Locales.*

Siendo consecuentes con esta propuesta ambiental, la Alcaldía de Bogotá estableció la "Agenda ambiental para la región Bogotá-Cundinamarca", en donde se concertaron y priorizaron las acciones y temas interinstitucionales más importantes, para ejecutarlos a corto y mediano plazo. El fin que se busca con este convenio es *"fortalecer la incorporación de la dimensión ambiental en la gestión del desarrollo de la población y del territorio de la*

¹¹ COLOMBIA, UNIVERSIDAD JAVERIANA, IDEADE. Curso reflexión y proyección de la educación ambiental en el contexto de los propósitos formativos, investigativos y de extensión de la Universidad.

¹² COLOMBIA, SECRETARÍA DISTRITAL DEL MEDIO AMBIENTE, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Agendas ambientales la ruta de la gestión para las localidades bogotanas. Abril 23 de 2009. http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/php/frame_detalle.php?h_id=1064

región”¹³. Dentro de la agenda se señalaron temas de suma importancia para la región como política de manejo integral del agua, estudio y desarrollo de mercados verdes, Sistema de Gestión Ambiental Regional SIGAR y desarrollo y fortalecimiento de la institucionalidad ambiental entre otros.

Un aspecto a resaltar en esta Agenda ambiental regional está lo relacionado con el aspecto formativo al promover, desde los espacios de cooperación técnica, formación de actores regionales en la gestión de la cooperación; establecimiento de mecanismos de cooperación horizontal que permita el flujo e intercambio de conocimiento, tecnología y recursos financieros de manera ágil y oportuna; asociación para gestión de proyectos de educación ambiental formal e informal, y, ***la participación activa de las universidades y centros de investigación en los procesos de análisis y propuestas alternativas de solución de problemáticas relacionadas con la gestión ambiental.***

En el plano de la Pontificia Universidad Javeriana, se vienen promoviendo dos procesos relacionados con el medio ambiente: por un lado, desde la Vicerrectoría del medio universitario se viene impulsando el Comité Ambiental de la Universidad, con una serie de actividades que buscan fomentar la conciencia ambiental y las acciones ambientales locales. Dentro de estas actividades se encuentra el trabajo sobre la infraestructura del campus universitario y los edificios amigables; otro eje de actividades se relaciona con la recuperación de senderos y ampliación de las zonas verdes para los estudiantes; otra área de trabajo ambiental es la relacionada con los residuos, la incineración y el reciclaje.

Las acciones que emprendan deben estar coordinadas por el comité cultural, con dependencia de la Vicerrectoría del Medio Universitario, de tal forma que se consolide un hilo conductor, que impida el activismo o la pasividad al momento de tomar acciones¹⁴.

De otro lado, a través de la Facultad de estudios ambientales, se vienen promoviendo una serie de publicaciones e investigaciones tendientes a manejar el desarrollo ambiental. Éste proceso se viene desarrollando desde el

¹³ COLOMBIA. MESA AMBIENTAL REGIONAL BOGOTÁ-CUNDINAMARCA. Agenda ambiental para la región Bogotá-Cundinamarca. Marzo 31 de 2006. Tomado el 21 de diciembre de 2009.

http://www.idhbogota.pnud.org.co/doc/espacial/Agenda%20Ambiental%20Bogotá_Cundinamarca.pdf.

¹⁴ OPAZO, Mario, Información sobre el Comité Ambiental de la Universidad

Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo IDEADE¹⁵. Dentro de los temas tratados por el IDEADE se encuentran: Estado Sociedad y conservación; análisis de los ecosistemas amazónicos, investigación sobre las dos reservas nacionales de la Amazonía colombiana; y la relación ecosistema-cultura desde las ciencias naturales entre otros. Además, el Instituto viene tratando temas coyunturales a través de la Revista Ambiente y Desarrollo.

El IDEADE *"tiene sus orígenes desde finales de la década del 80, donde varias experiencias de investigación en diferentes unidades académicas de la Universidad, dieron lugar a que hiciera necesaria una aproximación a la problemática ambiental desde diversas perspectivas"*¹⁶. De ésta aproximación nace el IDEADE, pero con dependencia de la Vicerrectoría Académica, con el fin de crear un ambiente interdisciplinario *"para la integración de los trabajos que en este tema realizan las diferentes Unidades Académicas de la Universidad,"*¹⁷ logrando la articulación de la investigación, la docencia y la administración en un marco operativo común.

Por otro lado, la Pontificia Universidad Javeriana tiene como uno de sus ejes institucionales la protección del medio ambiente, tal como se revela en el Documento de la Misión de la Universidad, en donde propende por la solución de problemáticas como *"La irracionalidad en el manejo del medio ambiente y de los recursos naturales"*¹⁸

2.2. EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO A NIVEL MUNDIAL

De acuerdo al Informe Especial del Grupo de trabajo III del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) sobre Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura; entre 1850 y 1998 se han emitido a la atmósfera, como consecuencia del quemado de combustibles de origen fósil y de la producción de cementos, aproximadamente 270 (+30) Gt C en forma de Dióxido de Carbono. Como consecuencia del cambio de uso de la tierra, predominantemente de los ecosistemas forestales, se han emitido unas 136(+55) Gt C, dando lugar a un aumento del contenido de Dióxido de

¹⁵ IDEADE. La evolución del tema ambiental en la Pontificia Universidad Javeriana. http://www.javeriana.edu.co/fear/pub/p_ideade.htm

¹⁶ IDEADE. La evolución del tema ambiental en la Pontificia Universidad Javeriana. http://www.javeriana.edu.co/fear/ins_amb/

¹⁷ Ibíd.

¹⁸ PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, BOGOTÁ. Misión. <http://www.javeriana.edu.co/puj/oracle/mision.html>

Carbono en la atmósfera de 176 (+10) Gt C. las concentraciones en la atmósfera aumentaron de 285 a 366 ppm aproximadamente (es decir, en un 28% aproximadamente), y un 43% aproximadamente de las emisiones totales en ese período han permanecido en la atmósfera. Se estima que el resto, unas 230 (+60) Gt C, ha sido absorbido en cantidades aproximadamente iguales por los océanos y por los ecosistemas terrenos.¹⁹

2.3. USO DE LA MADERA EN LAS CONSTRUCCIONES DE UNIVERSIDADES

Éste tema ha estado ausente en las prácticas ambientales que promueven las universidades, no solo en Colombia, sino también en la región. La documentación sobre éste asunto es muy escasa, sino nula, dejando un vacío práctico -investigativo por hacer y por realizar. Aún así, se logró ubicar un proyecto universitario, que tiene como objetivo central la utilización de la madera en la Universidad, tal como se reseña a continuación.

En Suecia, la enseñanza y la investigación en el campo de la madera en las universidades es especializada, el Departamento de Diseño y Tecnología de la Universidad de Växjö creó el Centro para la Investigación y el Desarrollo (I+D) para la madera y diseño la construcción de un nuevo edificio para la universidad con ánimo de ser potenciador de la industria de la madera.²⁰



Figura 1. Edificio de la Universidad de Växjö²¹

¹⁹ Informe Especial del Grupo de trabajo III del IPCC. Uso de la Tierra, Cambio de uso de la tierra y Silvicultura. Resumen para responsables de políticas. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Montreal, Mayo de 2000

²⁰ CCT Madera – Centro de transferencia tecnológica de madera – 2001 En: <http://www.cttmadera.cl>

²¹ Ibídem

Fuente: CCT Madera – Centro de transferencia tecnológica de madera – 2001 En: <http://www.cttmadera.cl>

El nuevo edificio del campus de Växjö es actualmente el edificio de madera más grande de Suecia, tiene detalles constructivos en madera muy tecnológicos, combinados armoniosamente con el acero y el hormigón que han llamado la atención de los expertos en el campo de la construcción por sus detalles técnicos y su diseño.²²



Figura 2. Edificio de la Universidad de Växjö²³

²² CCT Madera – Centro de transferencia tecnológica de madera – 2001 En: <http://www.cttmadera.cl>

²³ Ibídem

Fuente: CCT Madera – Centro de transferencia tecnológica de madera – 2001 En: <http://www.cttmadera.cl>

En Suecia, un país típico de bosques la madera se ha utilizado en la construcción durante siglos. Sin embargo, raramente se ha utilizado para construir un edificio tan grande, al menos en los últimos siglos, pues ha habido siempre demasiada preocupación ante el peligro de incendio. Sin embargo, con las nuevas tecnologías y el mejor conocimiento de los riesgos de incendios, se ha conseguido un cambio en esa tendencia. Ahora la madera no sólo se autoriza como material para los edificios grandes en Suecia sino que realmente se utiliza.²⁴

Existen otros factores psicológicos que también han influido en buena parte en la utilización de este material. Los edificios de gran escala y las casas hechas de piedra y hormigón fueron durante mucho tiempo un símbolo de estabilidad y durabilidad. Por tanto, no sorprende que incluso las industrias de la madera y selvicultura hayan construido pesados búnkeres de hormigón para sus sedes. Sin embargo, esto ha cambiado. Hoy en día, más y más compañías están pidiendo soluciones en madera para sus nuevos edificios y oficinas.²⁵

La Universidad de Växjö es probablemente la primera universidad pública que opta por la madera en la construcción de un edificio tan grande. Esto indica un cambio en la actitud hacia la madera como material, y una nueva apertura. Es también una decisión que hace ahorrar dinero, como se demostró en los costes de la construcción de este edificio, ya que fueron más bajos de lo normal.²⁶

2.4. USO DE LA MADERA EN COLOMBIA.²⁷

La madera es un material natural, de poco peso y de buena resistencia, pero de propiedades mecánicas muy variables. Aunque es combustible, sus

²⁴ CCT Madera – Centro de transferencia tecnológica de madera – 2001 En: <http://www.cttmadera.cl>

²⁵ Ibídem

²⁶ Ibídem

²⁷ Universidad Nacional Manizales – La Madera Estructural - ... - <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/MADERA%20ESTRUCTURAL.HTM>

propiedades mecánicas no se afectan con el fuego, como si ocurre con otros materiales metálicos como el acero y el aluminio. Es muy susceptible a los cambios de humedad y al ataque de insectos; sin embargo esta desventaja puede eliminarse con tratamientos químicos adecuados mediante procesos de inmunización.

Aunque en Colombia la madera ha sido un material muy abundante, su uso se ha dedicado principalmente a la carpintería para muebles o acabados arquitectónicos, a la exportación, y como combustible en regiones rurales y semi-urbanas. La madera como material estructural se usa poco e inadecuadamente en muchas de las regiones del país, igualmente no hay una cultura ingenieril bien difundida para el uso de la madera como material estructural. Existen algunos pocos diseñadores y constructores en el país que sí aprovechan eficientemente las propiedades estructurales de nuestras maderas y algunos arquitectos que las usan ampliamente.

Esta realidad, paradójica, rivaliza con las excelentes condiciones que presenta Colombia en materia forestal y con las posibilidades del material en sí mismo, porque los niveles de investigación tecnológica en madera no alcanzan los Europeos y se carece de la tradición que dan los años.

Además existe un desconocimiento sobre nuestras especies y gran desconfianza hacia el material.

En Colombia, existen tres prejuicios que impiden la utilización de la madera en la construcción²⁸

El primer prejuicio tiene que ver con la **resistencia del material frente al fuego**: Desconociendo que si bien la madera es combustible, también es mal conductor de calor.

Por eso en otros países, la madera se utiliza comúnmente en armazones de gran tamaño, frecuentemente en sitios donde hay riesgo de incendio, pues la madera asegura resistencia hasta de 1 hora sin peligro de falla de la estructura, esto utilizando maderas de coníferas (pinos) que son las más utilizadas en Europa para esqueletajes; en Colombia existen maderas más densas, que arden con mayor lentitud y tienen mejor resistencia.

El segundo prejuicio tiene que ver con la **Humedad**, existen mecanismos de seguridad como construir relativamente elevado del suelo de manera que las bases permanezcan aisladas de plantas y zonas pastosas y además, utilizar

²⁸ Edificar en Madera. Entre prejuicios y temores. Un recurso subvalorado. Colorado Castro, Alexandra En: www.revista-mm.com/rev30/edi.htm

barreras como telas asfálticas, polietileno, entre la madera y los cimientos, garantizándose una gran impermeabilidad.

El tercer prejuicio tiene que ver con los **Problemas de hongos e insectos**, frente a este inconveniente los sistemas de inmunización ofrecen amplias garantías ya que las sustancias utilizadas por las inmunizadoras reconocidas son realmente efectivas.

La aparente invulnerabilidad del concreto y la confianza que por tradición tiene el colombiano hacia los materiales de mampostería son también algunas de las razones para que en Colombia el uso de la madera en construcción se limite a techos y acabados.

Los costos están directamente relacionados con el desarrollo de la industria forestal de cada país, es decir, mientras se desarrolla productiva, organizada y eficazmente la actividad forestal, los precios tienden a bajar, caso inverso si dicha evolución no se presenta, los costos son mayores

Por eso en Colombia, realizar sistemas constructivos en madera puede representar mayores inversiones por:

- Vacíos en manejo y aprovechamiento,
- la falta de exploración de nuevas especies,
- los vicios en la comercialización por intermediaciones y
- la tendencia, muy propia, a ignorar los parámetros de construcción.

La universidad Nacional de Colombia viene realizando estudios para conocer las propiedades mecánicas y físicas de nuestras maderas, así como la tecnología avanzada para su mejor utilización y una serie de trabajos para el Pacto Andino fabricando prototipos (casas) en Bogotá y Cartagena que compiten perfectamente con otras en ladrillo y cemento, lo que demuestra a la luz actual, tres hechos:

- El desaprovechamiento del recurso,
- El desconocimiento frente a investigaciones adelantadas por autoridades reconocidas
- y la despreocupación por cambiar esta realidad.

Tal vez debido a la popularización del acero en las estructuras de los techos, se abandonó la práctica constructiva con madera. Aún existen ejemplos importantes de cubiertas soportadas por grandes arcos y cerchas en madera en ciudades Colombianas. Edificaciones como la antigua estación terminal del cable de Manizales – Mariquita en Manizales, donde hoy funciona una facultad de la Universidad Nacional, construida en una época en que la tecnología de protección y manejo de la madera era precaria, son un ejemplo del uso y aprovechamiento de la madera, para las actuales y futuras generaciones

En el marco de la VII Feria Industrial para El Mueble y La Madera en Corferias, se desarrolló una de las exposiciones más atractivas del evento que tuvo como llamativos protagonistas 72 muebles creados por más de 150 estudiantes de diseño industrial y diseñadores profesionales de distintas zonas del país vinculados a universidades como la Universidad Nacional de Bogotá, La Universidad del Valle, La Universidad Autónoma de Manizales, La Universidad Nacional de Palmira, La Autónoma de Colombia, La Universidad Jorge Tadeo Lozano, La Pontificia Universidad Javeriana y La Universidad de los Andes.²⁹

Este evento industrial reservó un espacio para exhibir la creatividad que nace, crece y se materializa en las aulas de las universidades colombianas, el objetivo principal fue promover el diseño entre los industriales del sector mueble-madera, presentarlo como instrumento vital para su construcción industrial y revelar la situación actual de ésta disciplina y sus avances en el plano académico. Así pues, bajo el lema “Diseño: clave para crear identidad y diferenciarse en el mercado”, se socializó y divulgó la importancia fehaciente de utilizar el diseño como solución constructiva, productiva y comercial en todos los niveles de la industria. En este sentido las obras, en su gran mayoría, demostraron cómo a través de buen uso de los recursos, la investigación y la creatividad, puede obtenerse mobiliario útil, atractivo y funcional a bajos costos. Se destacó el uso y el manejo dado a las maderas nativas, la recursividad propia del colombiano al manipular materiales poco convencionales en mobiliario como el caucho, el hierro viejo y el cartón, el tratamiento avanzado dado a insumos tradicionales como la espuma, el plástico y el aluminio y las formas minimalistas logradas a partir de materiales autóctonos como la guadua y las semillas.³⁰

²⁹ Revista M & M – Diseñarte Ingenio Académico en la Escuela Industrial - ... - <http://www.revista-mm.com/rev43/art4.htm>

³⁰ Revista M & M – Diseñarte Ingenio Académico en la Escuela Industrial - ... - <http://www.revista-mm.com/rev43/art4.htm>

En síntesis Diseñarte reflejó la evolución que la academia mantiene con referencia a temas tan actuales en el mundo como estos, la forma en que perciben los educandos los conceptos estéticos y como los traducen para satisfacer las necesidades específicas del usuario nacional.³¹

2.5. UNIVERSIDADES Y MEDIO AMBIENTE EN BOGOTÁ

La relación entre las universidades y el medio ambiente está mediada por la responsabilidad social, por el hecho de ser garantes en el mejoramiento del panorama ambiental del Distrito. Esta posición de garante determina que las universidades deben propender por desarrollar el tema ambiental en dos niveles: desde el nivel académico y el nivel de proyectos.

Desde lo académico, la función de las universidades es forjar una cultura ecológica y ambiental en todas las disciplinas que impartan, pues es uno de sus deberes formar profesionales con sentido de pertenencia por el ambiente en el que convive. Esto debe generar una responsabilidad por la investigación, por la generación de conocimiento interdisciplinario, por el impulso de un nuevo paradigma de sostenibilidad, y, en asegurar la investigación en ciencia y tecnología enfocada hacia la solución de problemas ambientales.

Desde el nivel de proyectos, las universidades deben buscar la generación de conciencia ciudadana y *“convertir a los ciudadanos en actores informados que demanden de sus gobernantes el respeto y cuidado por la naturaleza”*³². Esta postura implica que estas instituciones deben acercarse al entorno social que las circunda y aportar, desde la academia y el compromiso ambiental, en la solución de los problemas ambientales que afectan el entorno.

La Universidad Sergio Arboleda creó durante el primer semestre de 2001 el comité del Medio Ambiente con el fin de promover la creación de espacios de cooperación, intercambio y comunicación entre la comunidad universitaria en diferentes procesos para la conservación del medio ambiente en Colombia. El

³¹ Ibídem

³² PERALTA, Jorge. La universidad y el cuidado del medio ambiente. <http://ecologia.universiablogs.net/2009/03/04/la-universidad-y-el-cuidado-del-medio-ambiente/>

principal objetivo del comité es llevar a cabo proyectos y actividades orientadas a reducir los impactos al medio ambiente y que contribuyan a un desarrollo sostenible. Igualmente buscan generar una conciencia ambiental dentro y fuera de la comunidad Sergista.³³

³³ Universidad Sergio Arboleda – Departamento de Gestión y Desarrollo Ambiental – 2000-2009 - <http://www.usergioarboleda.edu.co/medioambiente/ecologia-universidades.htm>

3. JUSTIFICACIÓN

Han pasado cerca de 80 años de vida de la Pontificia Universidad Javeriana, sin que hasta la fecha se elabore un trabajo de investigación que recoja los efectos de la Gestión Forestal Urbana en el campus y/o impulsada por la universidad fuera de éste, en uno de sus aspectos más esenciales como es la captura de carbono en un ámbito universitario.

Siendo el problema ambiental un tema de suma importancia, ninguna investigación ha centrado su mirada acerca del equilibrio o desequilibrio emisiones – captura de CO₂ en un ambiente académico universitario y su impacto o efecto en la comunidad académica y su entorno.

Aquí radica la importancia del presente trabajo de investigación, pues no se percibe una conciencia ambiental local en la mayoría de los integrantes de la comunidad educativa de la Pontificia Universidad Javeriana (administrativos, docentes, estudiantes y particulares). La causa de esta falta de conciencia se puede atribuir a ver los problemas ambientales que nos transmiten los medios de información y comunicación, que en nada tocan aspectos internos de la institución. Esto conlleva a ver el problema como una realidad ajena al diario vivir, dejando la resolución de los conflictos al Estado o a las diferentes Organizaciones no gubernamentales que luchan por mejorar las condiciones ambientales de quienes lo habitan.

Este trabajo se enfoca entonces, en hacer un estudio técnico sobre la relación emisión – captura del CO₂ en una comunidad educativa local como es la Universidad Javeriana de Bogotá D. C., con el objetivo de que se tenga un dato real de esa relación anteriormente descrita, para determinar las consecuencias, ambientales, sociales, económicas y académicas; y que se tomen las medidas necesarias que permitan equilibrar esa relación.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta de balance cero en emisiones/captura de en el Campus de la Universidad Javeriana basado en la Gestión Forestal

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar las emisiones de CO₂ realizadas por la Universidad Javeriana desde 1939.
- Cuantificar el stock de carbono existente en el arbolado de la universidad.
- Establecer un balance emisiones captura de carbono en la universidad.
- Formular alternativas de Gestión que propendan por la reducción de emisiones de CO₂ hechas por la Universidad Javeriana.

5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

El presente estudio comprende la Gestión Ambiental desde el ámbito forestal para la captura de carbono, por lo cual se expresarán los conceptos de la Gestión Ambiental, la Gestión Forestal y la problemática del Cambio Climático Global y la contaminación por Dióxido de carbono (CO₂)

5.1. GESTIÓN AMBIENTAL

De acuerdo a un consenso realizado entre el autor y sus compañeros de clase de la Maestría en Gestión Ambiental se definió Gestión Ambiental al Conjunto de conocimientos e instrumentos enfocados a la solución, manejo y prevención de problemas de carácter ambiental, así como el propender por la protección y conservación de los Recursos Naturales y del Ambiente, basados en el trabajo en conjunto de un grupo interdisciplinario que pone a disposición y servicio de una comunidad sus conocimientos y habilidades.

Esta definición conlleva a analizar una serie de componentes esenciales en la gestión ambiental: es un marco teórico- práctico, por cuanto no puede limitarse la gestión ambiental a un ambiente netamente académico o, lo contrario, enfocarse en una práctica ambiental que no produzca conocimiento. La llave de la gestión ambiental se desarrolla en una gestión que tenga elementos teóricos y metodológicos previos, que permita confrontarlos y superarlos con nuevas aportaciones teóricas.

Otro componente esencial de este concepto es en los objetivos que se propone, por cuanto quien haga gestión ambiental sabe que ésta debe estar enfocada en transformar proactivamente la realidad que se presenta, bajo criterios muy específicos como la prevención, el manejo y la solución de problemas ambientales.

Otro componente se da en el aspecto de las disciplinas, al señalar la necesidad de que la gestión ambiental requiere de un equipo interdisciplinario que debe actuar bajo principios comunitarios y no en criterios de primacía de una u otra disciplina. Cualquier disciplina, por mínimo que sea su aporte, contribuye al desarrollo de una teoría integral y de una práctica efectiva.

Según (González, 1993 en Opazo G. M.) en general la Gestión Ambiental puede definirse como un proceso que está orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural, y garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio³⁴

Los problemas ambientales son producto de las interrelaciones del hombre con su entorno por el uso inadecuado de los recursos, la Gestión Ambiental busca la conservación y el desarrollo sostenible

Según Opazo G. M., la agregación de los problemas ambientales de un área dada, determina la problemática ambiental, la cual se hace concreta y específica en la medida en que se relaciona con un territorio particular convirtiéndose en objeto de estudio y de acción de la gestión ambiental y es definida como la parte conflictiva de la relación entre el sistema natural y el antrópico.³⁵

Las características biofísicas de un territorio indican el grado de afectación de un problema y orientan a los gestores sobre las estrategias a seguir en la búsqueda de soluciones de los problemas ambientales.

Según la facultad de Economía de la Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano UNITROPICO de Yopal, Casanare, la Gestión Ambiental es el conjunto de actividades humanas que tienen por objeto el ordenamiento del medio ambiente. Comprende no solo las acciones materiales directas comprometidas en el manejo de ambiente, sino que todo aquello que influye en dicho proceso. Desde este punto de vista, la formulación de la política y la legislación ambiental, así como la administración que se establezca son actividades que forman parte de la gestión ambiental. Desde otro punto de vista la gestión ambiental es la forma de organizar la acción pública y privada para dar soluciones integrales, preventivas y participativas a los problemas ambientales.

En este contexto, la gestión ambiental es un proceso continuo de acciones en el plano técnico, administrativo y político que permiten balancear y optimizar la protección ambiental, el uso público y el desarrollo económico.³⁶

³⁴ OPAZO, G. Mario Omar. Gestión Ambiental. Red de Desarrollo Sostenible. Comunidad Gestión Ambiental.

³⁵ Ibid.

³⁶ Facultad de Ciencias Económicas, Programa de Economía, Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano UNITROPICO. Yopal, Casanare.

5.2. GESTIÓN FORESTAL

La Gestión Forestal, es un sistema de intervención en los bosques, también denominado ordenación forestal u ordenación de montes, cuyo fin es alcanzar objetivos predeterminados. La gestión del patrimonio forestal tiene como finalidad proteger la base biológica sin olvidar la producción forestal, en especial la obtención de madera. Esta producción suele basarse en la explotación sostenible, el flujo regular y continuado de producción que el bosque en cuestión puede mantener sin perjuicio de su productividad.

Aunque se hable de bosques, es importante recalcar que la gestión forestal abarca tanto espacios rurales como urbanos, por cuanto en éstos últimos se maneja una diversidad de microespacios en donde se ubican estos bosques, esenciales para la captura de carbono, que como en el caso de Bogotá D. C., ha adquirido gran importancia por la permanente y en ascenso de estos microespacios para la gestión forestal.

En el marco de la gestión forestal es indudable que el tema de la política forestal juega un papel importante, por cuanto determina los lineamientos generales, en lo nacional, regional y local; que rige la gestión forestal. Se afirma, en este sentido de que en Colombia *“es recomendable establecer orientaciones, estrategias y metas desde lo regional y, en lo posible, desde lo local hacia lo nacional. Debe partirse de la base, desde las necesidades de la población y proceder hacia la política nacional forestal”*.³⁷ El mismo autor señala cómo esto no ha sido posible pues la gestión del sector forestal ha estado enfocada en dos asuntos principalmente: en los Convenios regionales de competitividad promovido por el Ministerio de Agricultura y los acuerdos para elaboración del REM promovidos por la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales. Estos dos asuntos determinan que la gestión en los bosques sea insuficiente, pues *“no se ha combatido la explotación forestal ilícita”*³⁸.

La gestión forestal comprende pues actividades orientadas a garantizar la protección a largo plazo de los servicios ambientales de los bosques, en especial su diversidad biológica, la conservación del suelo y de las cuencas y la regulación climática.

³⁷ UCROS, Juan C. Breve historia y situación actual del patrimonio forestal colombiano. <http://www.fao.org/forestry/dev/17190-3-207.pdf>

³⁸ Ibíd. Pág 24.

5.3. CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático global es uno de los más importantes problemas con que se enfrenta hoy el planeta. Como resultado de este cambio en los patrones térmicos, la temperatura puede incrementarse, generando entre otras cosas crudos inviernos y fuertes veranos, con las consecuencias que ello conlleva. Numerosos estudios científicos y reuniones en todo el mundo, respaldan la certeza en afirmar que las emisiones de gases de efecto invernadero originadas por las actividades antrópicas como la quema de combustibles fósiles y la deforestación indiscriminada desde la era industrial tienen un marcado peso en el cambio climático global.³⁹

Según Vega Rodríguez, existen factores que han activado y potenciado el Cambio Climático en los últimos años, como los astronómicos, geofísicos y antropogénicos. En el aspecto astronómico influyen las variaciones en la luminosidad del sol, el comportamiento de las manchas solares, la oscilación de las órbitas de los planetas (pues de acuerdo con cada etapa de oscilación la radiación recibida es diferente) y en casos determinados, los impactos de meteoritos o cuerpos celestes⁴⁰.

En el campo geofísico se deben contemplar aspectos como la variación del campo magnético terrestre, la composición de la atmósfera, los cambios en las corrientes oceánicas, la deriva continental y la actividad de las placas tectónicas.

En el tercer campo, el antropogénico, se hacen presentes todos aquellos temas que contemplan a la raza humana y su influencia directa en el deterioro o la conservación de las condiciones del planeta.

Vega Rodríguez señala además que hasta el surgimiento de la era Industrial en el siglo XIX, la temperatura de la tierra siempre fue estable. Sin embargo, la emisión de elementos contaminantes, el agotamiento de los recursos naturales no renovables y la disminución de los renovables provocaron un cambio dramático. Desde 1850, las emisiones de CO₂ se han incrementado exponencialmente.

³⁹ Amézquita M.C., Murgueitio R., Cuartas C., Gómez M. E., Almacenamiento de Carbono en Ecosistemas Terrestres para mitigar el Cambio Climático Global. Red de investigación para evaluar la Capacidad de captura de carbono de sistemas de pasturas, agro pastoriles y agro silvopastoriles en subecosistemas del bosque tropical de América. Cooperación Holandesa CO-010402 ISBN 958-9386-49-0

⁴⁰ Mantilla L.y Cobos T. Colombia Reflexiona sobre el Cambio Climático. Universia Colombia

En el ámbito colombiano, el cambio climático ha tenido efectos desastrosos, como la pérdida de ocho nevados⁴¹, por cuanto se han registrado incrementos en la temperatura media anual de 0,1 a 0,2 grados centígrados por década, en los últimos cincuenta años; en las costas se ha evidenciado un aumento de dos milímetros por año; proliferación del Dengue en regiones antes no vistas.

Actualmente, según el IDEAM, existen una serie de actividades humanas que están incrementando y posibilitando el cambio climático:

Las actividades humanas están emitiendo GEI que están aumentando las concentraciones naturales de estos en la atmósfera. El dióxido de carbono (CO₂) se emite principalmente, por el consumo de combustibles fósiles (carbón, petróleo y sus derivados y gas natural) para generar energía, por la tala y quema de bosques y por algunos procesos industriales como la fabricación del cemento. El óxido nitroso (N₂O) y el metano (CH₄) son emitidos por actividades agrícolas (especialmente por la aplicación de fertilizantes y por cultivos de arroz bajo riego), cambios en el uso de la tierra y otras fuentes. Los CFCs son emitidos por procesos industriales y otros gases como el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (que son precursores de ozono y de gases de efecto invernadero directo) son emitidos en un gran porcentaje por el sector transporte.⁴²

Frente a estas actividades, en Colombia se tienen proyectados los efectos del cambio climático bajo la figura de amenazas, destacándose: incremento del nivel del mar y modificaciones en la temperatura del aire y de la precipitación. De estas amenazas se señala cómo todas las zonas del país se verán afectadas debido a la alta vulnerabilidad que presentan.

5.4. GASES EFECTO INVERNADERO GEI

Los gases efecto invernadero son aquellos que atrapan la radiación infrarroja (calor) en la atmósfera, derivando en el calentamiento del planeta. Éste fenómeno ocurre naturalmente y sin él no existiría la vida en la forma que la conocemos actualmente.⁴³ El problema radica en la forma como la humanidad

⁴¹ Según la Revista Dineros, los nevados extinguidos son: Puracé, Sotará, Galeras, Chiles, Pan de Azúcar, Quindío, Cisne y Cumbal. REVISTA DINERS. El cambio climático en Colombia. 2007 <http://www.revistadineros.com.co/nuevo/internaedicion.php?idn=24&idm=3>

⁴² COLOMBIA, IDEAM. Cambio climático en Colombia y el mundo. Documento posterior a 2003. <http://www.ideam.gov.co/files/atlas/Cambio%20climático%20en%20Colombia%20y%20el%20mundo.htm>

⁴³ Amézquita M.C., Murgueitio R., Cuartas C., Gómez M. E., Almacenamiento de Carbono en Ecosistemas Terrestres para mitigar el Cambio Climático Global. Red de investigación para evaluar la Capacidad de

está interviniendo y transformando la tierra, pues con su accionar está ocasionando una transformación negativa de estos gases, provocando un efecto, llamado invernadero por el sobrecalentamiento de los niveles normales, elevando los niveles de riesgo ambiental en todos los seres vivos del planeta.

Los principales gases que producen el efecto invernadero son: El vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), otros óxidos de nitrógeno (NO_x), el ozono (O₃), el monóxido de carbono (CO), el Dióxido de azufre, los hidrofluorocarbonos (HFCs), los perfluorocarbonos (PFCs) y el hexafluoruro de azufre⁴⁴. Son los principales gases en los que los humanos inciden directamente en el aumento de su concentración en la atmósfera y por tanto en el incremento del efecto invernadero global.⁴⁵

El vapor de agua es uno de los que más posibilita en el efecto invernadero por la absorción que hace de los rayos infrarrojos, que hace cuando el agua se encuentra en evaporación o ebullición. Debido al excesivo uso que hacen los humanos de éste estado del agua, se convierte en uno de los más serios peligros para el aumento del efecto invernadero.

El dióxido de carbono CO₂, compuesto por dos átomos de oxígeno y uno de carbono, es uno de los gases que más incide en el efecto invernadero, originado por el uso de combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón y otros) y el uso de quemas con fines agrícolas, por ser los más significativos en cuanto a que inciden demasiado en el aumento del CO₂ en el ambiente. Es tan significativo este aumento que su variación en los últimos 150 años registra un aumento de 80ppm, que equivale a un 30% más de lo normal.

El metano (CH₄) es un gas que se produce por la putrefacción anaeróbica de las plantas, y, constituyendo a la vez, el 97% del gas natural. Aunque tiene un potencial menor frente al CO₂ aún así incide en el aumento del efecto invernadero, que, como en el caso colombiano, se ha venido implementando de una forma acelerada en la industria, el hogar y el comercio; incrementando su potencialidad.

En el caso colombiano, las emisiones de CO₂ se estiman tengan un crecimiento de casi el 100% en un lapso de 15 años. Según la Academia Colombiana de

captura de carbono de sistemas de pasturas, agro pastoriles y agro silvopastoriles en subecosistemas del bosque tropical de América. Cooperación Holandesa CO-010402 ISBN 958-9386-49-p. 8

⁴⁴ Brown, 1996 en Pece Marta G., Benítez C., Galíndez M. Bosques y forestaciones como sumideros de carbono en el parque Chaqueño. Argentina

⁴⁵ Amézquita M.C., Murgueitio R., Cuartas C., Gómez M. E., Almacenamiento de Carbono en Ecosistemas Terrestres para mitigar el Cambio Climático Global. Red de investigación para evaluar la Capacidad de captura de carbono de sistemas de pasturas, agro pastoriles y agro silvopastoriles en subecosistemas del bosque tropical de América. Cooperación Holandesa CO-010402 ISBN 958-9386-49-0

Ciencias Exactas Físicas y Naturales, en un estudio sobre las "Opciones para la reducción de emisiones de GEI en Colombia 1998-2010", establecieron que para los siete sectores económicos del país se estima se pase de 66,37 millones de toneladas en el año 1996, a 126,41 millones de toneladas⁴⁶.

Los siete sectores económicos del país son: comercial, industrial, rural, urbano transporte, electricidad y transformación (centros de transformación de carbón, coquerías y refinerías de petróleo). Los datos aportados por este estudio estimativo parten de las emisiones registradas en 1996, en donde los sectores económicos que más emitieron CO₂ fueron el industrial y el de transporte con 22,4 y 21,4 millones de toneladas respectivamente.

En el mismo informe, se estima que las Emisiones de Metano tengan un crecimiento del 45%, al pasar de 35.936 a 49,724 millones de toneladas anuales, en donde la mayor contribución se dará en el sector residencial, más específicamente en el rural.

Asimismo, los efectos del GEI para Colombia, fueron evaluados por las Naciones Unidas, de forma preliminar, en la Primera Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 2001. En este informe se señala la vulnerabilidad de Colombia en aspectos esenciales como la salud, el recurso hídrico y afectación al sector agropecuario⁴⁷.

En el informe se señala igualmente que el tema del calentamiento global fue incluido dentro del Plan Nacional de Desarrollo, evidenciando voluntad política para asumir esta problemática mundial.

5.5. GESTIÓN AMBIENTAL Y CAMBIO CLIMÁTICO

La gestión ambiental debe propender por mejorar o estabilizar los problemas generados por el cambio climático. A tal efecto, las acciones que se emprendan deben procurar detectar las causas que originan el cambio climático, interviniendo para bajar paulatinamente dichos niveles.

⁴⁶ ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES ACCEFYN. Opciones para la reducción de emisiones de GEI en Colombia 1998-2010. [http://www.accefyn.org.co/Web_GEI\(actualizada\)/Archivos_gei/O_Resumen_Short.PDF](http://www.accefyn.org.co/Web_GEI(actualizada)/Archivos_gei/O_Resumen_Short.PDF)

⁴⁷ ROATTA A., Carolina. ¿Qué hace Colombia ante el calentamiento global?. Febrero 18 de 2007. http://www.universia.net.co/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=6010

Dentro de las causas que originan el cambio climático, se encuentra fundamentalmente la acción del hombre, que, con su accionar irracional sobre la naturaleza, la despoja de los elementos esenciales para controlar el cambio climático. Se talan zonas de bosques nativos; se transforma la agricultura con medios tecnológicos más eficaces para la producción, pero dañinos para la naturaleza; desarrollo de las industrias emisoras de carbono, ocasionando una capa de contaminación atmosférica; y cría extensiva de ganado, que suma los niveles de contaminación por gases.

Estas situaciones ocasionan que los cambios climáticos naturales (invierno, verano, otoño y primavera en las zonas tropicales; y época de sol y de lluvia en las zonas tórridas), se vean descontrolados al punto de ocasionar verdaderas catástrofes.

La gestión ambiental es, entonces, la mejor estrategia para combatir los desórdenes ambientales ocasionados por el cambio climático, con el fin de disminuir los niveles de vulnerabilidad, a la vez que se presentan propuestas para disminuir los impactos adversos, entre ellos los altos niveles de hambruna, tal como lo señala la FAO:

El cambio climático es un factor que explica una parte de la hambruna que se vive en varias regiones del mundo, debido a la inseguridad alimentaria que se deriva de las sequías prolongadas y las inundaciones. Aun su impacto no es dramático, pero va en camino de serlo, entre otras razones, porque el cambio climático es un tema que no se está enfrentando con la seriedad y la severidad que requiere⁴⁸

Éste es uno de los problemas que más afronta la humanidad, pues no se están tomando las políticas necesarias para disminuir las causas del cambio climático

5.6. ENTORNO INTERNACIONAL DE LA PROBLEMÁTICA DEL CALENTAMIENTO GLOBAL.

En la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992, además de establecerse acuerdos en búsqueda de la sostenibilidad de los sistemas naturales, se decidió crear un organismo dependiente de las Naciones Unidas dedicado a vigilar el cambio climático y a conseguir una estabilización en cuanto a la emisión de gases invernaderos. Este organismo (United Nation Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) promovió la celebración

⁴⁸ FAO. Cambio climático y seguridad alimentaria, desafíos para la gestión ambiental. Oct. 29 de 2009 . <http://www.ecoportal.net/content/view/full/89422>

en Kyoto de una reunión con la asistencia de más de 150 países que negociaron y aprobaron lo que se conoce como el Protocolo de Kyoto (UNFCCC, 1997). En este convenio internacional las 39 naciones más industrializadas acordaron reducir globalmente sus emisiones de gases causantes del efecto invernadero en un 5,2% durante el primer periodo de aplicación del Protocolo (2008 - 2012), tomando como año base las emisiones de 1990. Este acuerdo no significa que todos los países más desarrollados tengan que reducir las emisiones, ni todos los países ceñirse a ese porcentaje de reducción. En un principio, esta reducción neta de emisiones se puede lograr o bien reduciendo las emisiones, o bien mejorando la fijación terrestre del carbono a través de los sistemas forestales.⁴⁹

5.7. INTEGRACIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO EN LA GESTIÓN FORESTAL

La gestión que incluya como objetivo la captura de carbono debe conducir a un incremento en el carbono capturado por las masas forestales. El incremento en el carbono bruto acumulado se deberá o bien a un aumento en la biomasa, o bien a un incremento en el carbono existente en el suelo. Por otro lado, si se contabiliza el carbono neto, el incremento también puede deberse a un aumento en el stock de productos derivados de la madera con una vida útil dilatada.⁵⁰

Desde la gestión forestal es posible ejecutar un conjunto de medidas que conducen a que haya un incremento en la acumulación de carbono. Un conjunto de medidas consiste en aumentar el carbono a través de actuaciones en cuanto a la densidad de la masa: evitar rasos, cortas de árboles enfermos, etc., y optimizar el conjunto de operaciones selvícolas para obtener un balance de carbono superior. Salvo en algunas plantaciones con especies de crecimiento muy rápido, lo habitual es que el número de plantas al inicio de la plantación o de la regeneración natural de la masa sea mucho mayor que el número existente en el momento de la corta. A través de una programación de cortas intermedias se eligen los árboles de mayor porvenir estimulando el crecimiento de la masa para que el carbono acumulado en el momento de la corta sea máximo y cumplir el objetivo previsto, además de la correcta

⁴⁹ Díaz Balteiro Luis y C. Romero. La captura de carbono y la Gestión forestal. Monografías Inia. Serie forestal No. 9-2004

⁵⁰ Ibídem

elección de especies, la mejora genética, la fertilización o el riego en manejos más intensivos o la reducción en los posibles retrasos en la regeneración natural, la protección de la masa frente al fuego y agentes patógenos, dejar los árboles muertos en pie sin cortar o gestionar los residuos asociados a las cortas con el fin de que puedan tener un aprovechamiento energético, pueden también conducir a un incremento en el stock de carbono.⁵¹

5.8. CICLO DEL CARBONO.

El ciclo de carbono en la vegetación comienza con la fijación del CO₂ por medio de los procesos de fotosíntesis, realizada por las plantas y ciertos microorganismos. En este proceso, catalizado por la energía solar, el CO₂ y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno a la atmósfera. Parte de los carbohidratos se consumen directamente para suministrar energía a la planta, y el CO₂ liberado como producto de este proceso lo hace a través de las hojas, ramas, fuste o raíces. Otra parte de los carbohidratos son consumidos por los animales, que también respiran y liberan CO₂.⁵²

Las plantas y los animales mueren y son finalmente descompuestos por macro y micro-organismos, lo que da como resultado que el carbono de sus tejidos se oxide en CO₂ y regrese a la atmósfera (Schimel 1995 y Smith et al.1993). La fijación de carbono por bacterias y animales contribuye también a disminuir la cantidad de bióxido de carbono, aunque cuantitativamente es menos importante que la fijación de carbono en las plantas.⁵³

Cuando mueren los organismos y son comprimidos por sedimentación, sufren una serie de cambios químicos para formar turba, luego carbón pardo o lignito y finalmente carbón. Durante el tiempo en que el CO₂ se encuentra constituyendo alguna estructura de la planta o el suelo y hasta que es enviado nuevamente a la atmósfera se considera "capturado". En el momento de su liberación (ya sea por la descomposición de la materia orgánica y/o por la quema de la biomasa), el CO₂ fluye para regresar al ciclo de carbono.⁵⁴

⁵¹ Ibíd p. 27

⁵² Bernardus H. J. de Jong, Omar Masera y Tomás Hernández-Tejeda. Opciones de captura de carbono en el sector forestal. Centro de Investigaciones en Ecosistemas UNAM. México D.F. 2005

⁵³ Op. Cit.

⁵⁴ Bernardus H. J. de Jong, Omar Masera y Tomás Hernández-Tejeda. Opciones de captura de carbono en el sector forestal. Centro de Investigaciones en Ecosistemas UNAM. México D.F. 2005

El carbono es la base de toda la química orgánica, la estructura fundamental que sustenta la vida en el planeta. No sólo está presente en todos los organismos vivos sino que también forma parte de las calizas que se elevan en impresionantes montañas o esculpen alucinantes paisajes. Sin embargo en la atmósfera se encuentra en proporciones mínimas. Al ser un "gas invernadero", esta pequeña cantidad no es nada desdeñable y sus variaciones influyen directamente sobre el clima.⁵⁵

5.8.1. Ciclo del Carbono Mundial

La dinámica de los Ecosistemas terrenos depende de las interacciones entre diversos ciclos biogeoquímicos, particularmente el ciclo del carbono, los ciclos de nutrientes y el ciclo hidrológico, todos los cuales pueden resultar modificados por las actividades de las personas. Los sistemas ecológicos de la Tierra, por medio de los cuales el carbono queda retenido en la biomasa viva, en la materia orgánica en descomposición y en el suelo, desempeñan un papel importante en el ciclo del carbono mundial. El carbono es intercambiado de manera natural entre estos sistemas y la atmósfera mediante los procesos de fotosíntesis, respiración, descomposición y combustión. Las actividades humanas alteran el carbono almacenado en esos reservorios y los intercambios entre éstos y la atmósfera mediante el uso de las tierras, el cambio de uso de las tierras y las actividades forestales, entre otras actividades. En los últimos siglos se han liberado cantidades sustanciales de carbono como consecuencia de la tala de bosques en latitudes altas y medias, y en los trópicos durante la última parte del siglo XX.⁵⁶

El carbono es absorbido tanto por la vegetación como por los suelos de los ecosistemas terrenos. La cantidad de carbono almacenado es actualmente mucho mayor en los suelos que en la vegetación, particularmente en los ecosistemas no forestados de latitudes medias y altas (ver tabla....)⁵⁷

⁵⁵ http://www.geocities.com/ciclo_c/total/TOTAL.htm#23

⁵⁶ Informe Especial del Grupo de trabajo III del IPCC. Uso de la Tierra, Cambio de uso de la tierra y Silvicultura. Resumen para responsables de políticas. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Montreal, Mayo de 2000

⁵⁷ *Ibíd.*

Tabla 1. Cantidad mundial de Carbono presente en la Vegetación y en los reservorios de carbono hasta una profundidad de 1 m.

Cantidad Mundial de Carbono				
Bioma	Área (10⁹ ha)	Carbono Mundial almacenado (Gt C)		
		Vegetación	Suelo	Total
Bosques Tropicales	1.76	212	216	428
Bosques Templados	1.04	59	100	159
Bosques Boreales	1.37	88	471	559
Sabanas Tropicales	2.25	66	264	330
Herbazales Templados	1.25	9	295	304
Desiertos y Semidesiertos	4.55	8	191	199
Tundra	0.95	6	121	127
Humedales	0.35	15	225	240
Tierras de Cultivo	1.60	3	128	131
Total Mundial	15.12	46	2.011	2.477

En ausencia de grandes alteraciones, los bosques recién plantados o en regeneración seguirán absorbiendo carbono durante 20 a 50 años, o más aún, una vez establecidos, dependiendo de las especies y de las condiciones del lugar, aunque toda proyección cuantitativa que abarque más allá de unos decenios será incierta.⁵⁸

5.8.2. Ciclo del Carbono en árboles y madera

En el manejo de los ciclos de carbono con relación a los árboles y la madera, se establece como en los árboles se hace necesario "*optimizar el ritmo de crecimiento de sus árboles, se incrementa también el de captura de CO₂*"⁵⁹. Esta optimización de los árboles llevará a que el uso de la madera, si se destina en mobiliario y revestimientos, la retención del carbono se mantendrá por 20 o cientos de años más, dependiendo del tipo de árbol de donde se obtenga la madera.

⁵⁸ Ibíd.

⁵⁹ BOSQUES NATURALES. El ciclo del CO₂, 2005. http://www.bosques-naturales.com/compromiso_amb_huella_co2.html

Al respecto, el Dr Arno Frühwald, profesor del Centro de Tecnología y Ciencia de la madera de la Universidad de Hamburgo, señala la importancia de los bosques y del uso de la madera en estos términos:

- los bosques son importantes para mantener la biodiversidad
- los bosques europeos están gestionados con criterios respetuosos con el medio ambiente.
- los bosques y los productos de la madera son importantes fijadores del carbono
- los productos de la madera requieren poca energía para su procesamiento
- más del 75% de la energía necesaria para su procesamiento se obtiene de residuos de la madera y de madera recuperada
- la madera y los productos derivados se convierten en importantes fuentes de energía después de haber cumplido las funciones para las que fueron fabricados
- la alternativa de productos distintos a la madera requiere un mayor uso de energía para su fabricación
- 1 metro cúbico de madera en rollo utilizado en el sector de la construcción reduce en 1,1 toneladas la emisión de CO₂ procedente de energías fósiles o de 0,3 toneladas de carbono.
- el potencial total de reducción del CO₂ al utilizar madera (fijadores CO₂ y efectos sustitutivos) llegaría hasta los 300 millones de toneladas de CO₂ al año (el 15 - 20% de todas las emisiones que se producen en Europa).
- por razones medio ambientales: UTILICE MÁS MADERA⁶⁰

Estos datos suministrados por el Dr. Frühwald, demuestran los beneficios de una política de bosques y madera muy eficientes.

5.9. FIJACIÓN Y CAPTURA DE CARBONO

La captura de carbono se realiza únicamente durante el desarrollo de los árboles. Los árboles absorben dióxido de carbono (CO₂) atmosférico junto otros elementos en suelos y aire para convertirlos en madera. La cantidad de CO₂ que un árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual de la biomasa en el árbol multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.⁶¹

⁶⁰ INFOMADERA.NET. Ventajas ecológicas de la madera como materia prima. Agosto de 2002. http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_4438_15885.pdf?PHPSESSID=89ce15d4f846dd75f069d98439f64716

⁶¹ Jorge Alejandro De la Vega L. CALENTAMIENTO GLOBAL-CAPTURA DE CARBONO. ECO PORTAL.NET. EL DIRECTORIO ECOLÓGICO Y NATURAL. Mayo 28 de 2007. <http://www.ecoportal.net/layout/set/print/content/view/full/69502>

Aproximadamente 42% a 50% de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muere, emite hacia la atmósfera la misma cantidad de carbono que capturó. En estado estable, un bosque en plena madurez aporta la misma cantidad de carbono que captura, por tanto, no es importante cuanto carbono el árbol captura inmediatamente, sino cuanto carbono captura durante toda su vida ⁶²

Para calcular la captura de carbono es necesario conocer el período en cual el bosque alcanzará su madurez. Los índices de captura de carbono varían de acuerdo al tipo de árboles, suelos, topografía y prácticas de manejo en el bosque. La acumulación de carbono en bosques y suelos llega eventualmente a un punto de saturación, a partir del cual la captura de carbono resulta imposible. El punto de saturación se presenta cuando los árboles alcanzan su madurez y desarrollo completo o cuando la materia orgánica en los suelos se transforma a su estado original ⁶³

Las prácticas para captura de carbono deben continuar, aún después de haber llegado al punto de saturación para impedir la emisión de carbono nuevamente a la atmósfera. ⁶⁴

La captura de carbono en bosques y suelos es reversible. El Dióxido de carbono (CO₂) que tomo muchos años (décadas) para ser capturado y almacenado en troncos y ramas de árboles en los bosques podría quedar liberado en la atmósfera, debido a incendios forestales; manejo inadecuado de los bosques; cambios en los usos de suelo; plagas y enfermedades vegetales; y por efectos del calentamiento global. De tal manera, el CO₂ regresaría a la atmósfera empeorando la situación actual que afecta negativamente las condiciones climáticas, la salud humana y la vida en el planeta. ⁶⁵

5.10. CONTABILIZACIÓN DEL CARBONO

Las variaciones del carbono almacenado y de las emisiones netas de gases de efecto invernadero a lo largo del tiempo pueden estimarse mediante una

⁶² Op. cit

⁶³ Jorge Alejandro De la Vega L. Calentamiento Global-Captura de Carbono. Eco portal.net. El Directorio Ecológico y Natural. Mayo 28 de 2007. <http://www.ecoportal.net/layout/set/print/content/view/full/69502>

⁶⁴ *Ibíd.*

⁶⁵ Op. Cit.

combinación de mediciones directas, datos sobre las actividades y modelos basados en principios aceptados de análisis estadístico, inventarios de bosques, técnicas de teledetección, mediciones de flujo, muestreo de suelos y estudios de situación ecológicos. Estos métodos difieren en exactitud, precisión, verificabilidad, costo y escala de aplicación. El costo de medición de las variaciones de carbono almacenado y de las emisiones netas de gases de efecto invernadero para un área dada aumenta en la medida en que aumenta la precisión deseada y la heterogeneidad del paisaje.⁶⁶

Existe un potencial de absorción de carbono en la biomasa, que podría almacenar éste durante decenios en productos de la madera. Además, la utilización de la biomasa con fines energéticos, con base en los subproductos de desecho de la madera o de las cosechas, o de árboles /cultivos destinados expresamente a ese fin, podría originar una reducción de las emisiones netas de gases de efecto invernadero si reemplazara a los combustibles de origen fósil.⁶⁷

Para estimar las variaciones de carbono almacenado y las emisiones de gases de efecto invernadero pueden utilizarse varios métodos, consistentes en: i) estimar el carbono almacenado y las emisiones de gases de efecto invernadero en una fecha dada, ii) estimar la variación media del carbono almacenado o de las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del tiempo en un área de proyecto, iii) prever sólo una parte de la variación total del carbono almacenado para cada año que se mantiene el proyecto (por ejemplo, mediante el método de la tonelada anual). Según el método de contabilización que se utilice, la distribución de las variaciones del carbono almacenado y de las emisiones de gases de efecto invernadero entre un año y el siguiente a lo largo de todo el proyecto variará en función del método de contabilización que se utilice.⁶⁸

5.11. CARACTERÍSTICAS DE LAS CONSTRUCCIONES EN MADERA⁶⁹

Las construcciones en madera están expuestas a diversos factores que deben tenerse en cuenta para su protección. El medio ambiente, la ubicación

⁶⁶ Informe Especial del Grupo de trabajo III del IPCC. Op. Cit.

⁶⁷ *Ibíd.*

⁶⁸ *Ibíd.*

⁶⁹ The TdE Wood systems are ecological systems en
<http://empresario.com.co/tallerdeensamble/caracteristicas.html>.

geográfica y la falta de control pueden deteriorarlas y para ello es necesario un diseño adecuado que lo evite. El uso de materiales de buena calidad y la realización de un mantenimiento periódico garantizan el buen comportamiento de la estructura con el paso del tiempo

5.11.1. Protección a la humedad.

Todas las construcciones deben contar con barreras contra la humedad, pues al alterar las propiedades físicas y mecánicas la madera se hace vulnerable al ataque biológico.

5.11.2. Protección a temperaturas extremas.

El confort humano se ubica dentro del rango de 18°C y 24°C. El buen uso del grado de aislamiento térmico de los materiales y los detalles técnicos que permitan aislar o ventilar los espacios construidos permitirán un ambiente agradable con menores costos de operación de equipos. La madera, al ser un mal conductor de calor, es en sí misma un excelente material como aislante térmico.

5.11.3. Protección ante los ruidos.

El control del ruido se puede realizar dentro de un ambiente determinado, lo que se conoce por corrección acústica o controlar su transmisión otros ambientes, conocido como aislamiento acústico. Entre 1 y 120 decibeles se encuentran los límites del rango ordinario de sonido. Las características físicas de la madera son ventajosas para lograr excelentes resultados en la propagación del sonido.

5.11.4. Protección ante los insectos.

El daño causado por los insectos en la madera se conoce como el ataque biológico. Las barreras químicas y mecánicas son eficaces para prevenir daños y, en conjunto con las protecciones químicas por inmunización, protegen la madera de su degradación.

5.11.5. Protección ante los sismos y vientos.

El diseño de sistemas estructurales eficaces ante sismos y vientos están orientados a proteger a los ocupantes de las construcciones de un colapso. La madera, por sus características físicas, es un material altamente ventajoso ante estos fenómenos.

5.11.6. Protección contra incendios.

Este tipo de siniestro puede ser controlado mediante una adecuada política de prevención, previsión y control. De acuerdo a su reacción al fuego la madera es un material combustible. Pero de acuerdo a su resistencia ante el fuego la madera es un material más resistente que las estructuras de acero y en concreto, las cuales colapsan más rápidamente que la madera. La madera comienza su combustión a los 275°C y su resistencia mecánica disminuye en función de la destrucción progresiva de su sección. Las grandes piezas en madera sufren una combustión lenta debido a que la carbonización superficial actúa como aislante que protege térmicamente las capas interiores.

5.11.7. Ubicación de las construcciones en madera.

Las construcciones en madera se pueden realizar en cualquier lugar. Sólo las construcciones en madera y no las tradicionales, pueden construirse en sitios de condiciones climáticas extremas, en lugares de extremo calor o en lugares de extremo frío. La madera aísla de las temperaturas exteriores, dadas sus cualidades físicas.

5.12. CONSTRUCCIONES, MATERIALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

En el manejo de las construcciones, el cambio climático ha propiciado que los diferentes actores (ingenieros civiles, constructores e inversionistas), vuelvan la mirada hacia la calidad y tipo de materiales que inciden positivamente en el ambiente (fenómeno aún no generalizado, pero que cobra fuerza día a día).

En este sentido se comienza a hablar de construcciones ecológicas o protectoras del medio ambiente⁷⁰, en donde el objetivo es un cambio en los diseños y en los materiales de construcción que aminoren el impacto térmico y, a la vez, se reduzca el consumo de energía en ellas. Para hacer efectivo este objetivo, se promueve la autoconstrucción con materiales biodegradables o con recurso bioclimáticos (orientación de la construcción, dimensiones de los muros según exposición solar, aberturas al norte y al sur, vegetación de sombra y secciones semienterradas)⁷¹

Al utilizarse estos tipos de materiales se logrará reducir los niveles de emisión tóxicos, generación de residuos, uso de agua en el proceso de construcción, optimización de los electrodomésticos (ventilación y refrigeración), y, reducción de consumos eléctricos en las construcciones⁷².

Como puede observarse, este tipo de propuestas exige de una intervención en los planes y proyectos de profesionales de las diversas disciplinas como las ingenierías, ciencias sociales, economía y demás que tengan algo que aportar.⁷³

Estos proyectos de construcción tomarán fuerza en la medida en que se vea el beneficio económico, la rentabilidad y, crease o no, el empeoramiento creciente de las condiciones ambientales en el mundo.⁷⁴

5.13. BENEFICIOS AMBIENTALES DE LAS CONSTRUCCIONES EN MADERA.

La explotación de la madera contamina mucho menos que la extracción de las otras materias primas. Al momento de la transformación en producto de construcción, la madera domina respecto a su consumo de energía. La producción de una tonelada de madera de construcción necesita entre 10 y 50 veces menos energía que una tonelada de acero y entre 50 y 100 veces menos que una tonelada de aluminio. Con las mismas características, una viga de hormigón representa un coste energético 5 veces superior al de una viga de

⁷⁰ MARTÍNEZ, José M. Diseños y materiales de construcción de viviendas; adaptaciones ante el fenómeno de Cambio climático.

⁷¹ *Ibíd.*

⁷² *Ibíd.*

⁷³ MARTÍNEZ, José M. Diseños y materiales de construcción de viviendas; adaptaciones ante el fenómeno de Cambio climático

⁷⁴ *Ibíd.*

madera. En la fabricación de piezas de construcción necesita mucho menos agua que las otras materias y es más biodegradable.⁷⁵

El transporte de la madera cuenta con un mínimo de riesgos durante su ciclo de vida, respecto a las otras materias. Al sumar las necesidades en energía en las diferentes fases de la construcción, la madera resulta 2 veces menos costosa que el acero y más de tres veces cuando se cubre el acero con aluminio, la fabricación de una estructura de acero emite 5 veces más de CO₂ en la atmósfera que la de una estructura comparable de madera.⁷⁶

En el procesamiento de 1 m³ de madera en rollo se invierten 3.000 MJ para obtener 0,8 m³ de productos de madera, obteniéndose además 0,2 m³ de residuos para energía. El balance final es de (+) 6.000 MJ / m, ya que a los 9.000 MJ de energía que se obtienen de los 0,2 m³ (1.800 MJ) y del reciclado de los 0,8 m³ de productos de la madera obtenidos (7.200 MJ) habría que restarles los 3.000 MJ necesarios para convertir la madera en rollo en productos de madera.⁷⁷

En el caso de otros productos distintos a la madera utilizados en la construcción de casas el balance final sería deficitario (-) 6.000 MJ / m³, de energía necesaria para la obtención de esos productos. Los sistemas en madera equivalen a 12.000 MJ/m³ de energía fósil de madera en rollo (el balance positivo de 6.000 más el ahorro de los 6.000 negativos si hubiésemos utilizado otros sistemas alternativos a la madera), esta cantidad equivale a 1,1 toneladas de CO₂ o 0,30 toneladas de C emitidas a la atmósfera.⁷⁸

5.14. CARBONO ALMACENADO EN PRODUCTOS DE MADERA.

Para ejemplarizar las cantidades de Carbono que una pieza en madera fija se tienen los siguientes datos:

Ventanas de madera: 25 kg C / unidad >

⁷⁵ G. DAELMANS - Secretario general de la UCDB (Extracto de "Commerce international du bois" Abril 99) La Madera y El Medio Ambiente. En <http://www.sinbpla.com/es/bois-environnement/default.htm>

⁷⁶ Ibíd.

⁷⁷ Ventajas Ecológicas de la madera como materia prima. Asociación de Investigación Técnica de las industrias de la Madera. AITIM Julio – Agosto de 2002. Página. 51

⁷⁸ Ibíd.

Suelos de madera: 5 kg C / m²

Muebles de madera de una familia: 1.000 kg C / familia

Casas de madera: 10.000 - 25.000 kg C / unidad

Con estas cifras se reafirma que hay que utilizar más madera para elaborar artículos y para generar energía puesto que los bosques y los productos de la madera son importantes fijadores de carbono⁷⁹

5.15. GENERACIÓN DE CO₂ POR LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

5.15.1. Hierro y Acero.

El acero es un producto que no se encuentra de forma natural en el planeta, sino que es extraído de minerales presentes dentro de él. Se utilizan 2 tipos de Minerales de Hierro, las Granzas y los Pellets Básicos. La primera etapa consiste en reducir el mineral de hierro para obtener el arrabio (componente resultante). Este proceso se lleva a cabo en hornos de gran poder de calentamiento llamados "altos hornos". Allí se vierten los minerales de hierro, la caliza y el coque y se calienta el horno a una temperatura de 1.000 °C, aproximadamente. En este punto, se facilita la combustión del coque, generando elevadas temperaturas y gases reductores que actúan sobre el mineral y la caliza, transformándolos en arrabio y en escoria, respectivamente. La segunda etapa consiste en llevar el arrabio a la acería donde se realiza su refinación. Este proceso consiste en emplear oxígeno para remover el exceso de carbono en el arrabio. A alta temperatura, los átomos de carbono (C) disueltos en el hierro fundido se combinan con el oxígeno para producir monóxido de carbono gaseoso y de este modo remover el carbono mediante el proceso de oxidación. Ya en este punto, se tiene acero líquido, el cual es enviado a un proceso de metalurgia secundaria y luego al vaciado de colada continua de planchones o palanquillas según su composición química. Esta tercera etapa consiste en transformar el acero líquido en los diferentes tipos de productos que se comercializan. Entre ellos se encuentran: las palanquillas, que son varillas de acero utilizadas en la construcción, productos tubulares de

⁷⁹ Ibíd.

gran diámetro, y planos laminares utilizados para la construcción de entresijos.⁸⁰

En la fabricación de 1 m³ de acero se requieren 235.000 MJ de energía, al cual se asocian cerca de 9.700 kg de CO₂ emitidos a la atmósfera. El recurso energético requerido para extraer y refinar el mineral de hierro para la producción de acero es de aproximadamente 26 gigajulios / tonelada.⁸¹

Las Emisiones a la atmósfera provienen, principalmente, del proceso de fabricación de los pellets. La industria siderúrgica responde por un porcentaje entre 3 y 4 % de las emisiones de gases de efecto invernadero de todo el mundo. Además de los numerosos contaminantes gaseosos, las emisiones de polvo juegan un papel especial, no sólo porque se generan en grandes cantidades, sino también por el hecho de que contienen algunas sustancias peligrosas para los seres humanos y el medio ambiente, por ejemplo, metales pesados.⁸²

El hierro es producido en el alto horno mediante la conversión de los minerales en hierro líquido, a través de su reducción con coque; se separan con piedra caliza, los componentes indeseables, como fósforo, azufre, y manganeso. Los gases de los altos hornos son fuentes importantes de partículas y contienen monóxido de carbono. La escoria del alto horno es formada al reaccionar la piedra caliza con los otros componentes y los silicatos que contienen los minerales. Se enfría la escoria en agua, y esto puede producir monóxido de carbono y sulfuro de hidrógeno. Los desechos líquidos de la producción de hierro, se originan en el lavado de gases de escape y enfriamiento de la escoria. A menudo, estas aguas servidas poseen altas concentraciones de sólidos suspendidos y pueden contener una amplia gama de compuestos orgánicos (fenoles y cresoles), amoníaco, compuestos de arsénico y sulfuros.⁸³

5.15.2. Concreto

El proceso de manufactura del concreto depende de una gran cantidad de quemado de carbón a una temperatura que sobrepasa los 1.500 °C y de la

⁸⁰ Oscar Porras. Ciclo de Vida del Acero. Ventaja Ambiental con respecto al Hormigón. Septiembre de 2008. En <http://oscarporras.blogspot.com/2008/09/ciclo-de-vida-del-acero-ventaja.html>

⁸¹ ibíd

⁸² ibíd

⁸³ Op. Cit.

descomposición de roca sedimentaria consistente en carbonato de calcio, CaCO_3 , Cal usada como piedra en la construcción y en la manufactura del cemento, un cambio químico que libera Dióxido de Carbono como subproducto.

⁸⁴

En el 2006, China produjo 540.000 toneladas de Dióxido de Carbono superando a los Estados Unidos y creando más polución que el Reino Unido (Inglaterra). China produce el 44% de cemento a escala mundial. La manufactura de concreto se pronostica que alcance los 5 billones de toneladas para el 2050⁸⁵

5.16. UNIVERSIDADES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Como se analizó anteriormente, el papel de la academia en el panorama actual del cambio climático, exige de un compromiso para que éste sea tratado desde la perspectiva interdisciplinaria, transversal y transdisciplinaria. Esto se traduce en que debe ser asumido por las diferentes disciplinas; abarcarlas a todas desde sus inicios, como un eje formativo; y, que trascienda las mismas disciplinas hacia una integración con la comunidad que le rodea.

De ahí que sea importante, para el caso de la Universidad Javeriana, la aplicación de los Proyectos Ambientales Universitarios PRAUs, de que estos sean consolidados y realizados con el apoyo irrestricto de la Administración de la Universidad y de los docentes como los principales motores de esta relación entre la Universidad y el medio ambiente.

Desde esta misma perspectiva, es evidente la necesidad de que la comunidad universitaria conozca el impacto que está ocasionando en el sector esa relación emisión-captura de CO_2 , para que se tomen las medidas necesarias (académicas como prácticas) para contemplar un equilibrio en esta relación.

Por otro lado, en Bogotá se realizan acciones como la “Declaración de Bogotá”, impulsada por estudiantes universitarios, en la que se plasman una serie de

⁸⁴ En <http://arquitecturaenconstrucción.blogspot.com/2007/10/concreto-contaminante.html>

⁸⁵ Op.Cit.

proyectos que buscan incidir de forma positiva en el Cambio climático⁸⁶. Esta propuesta surgió a raíz de una Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Primer Modelo Interuniversitario sobre el Cambio Climático. Dentro de las propuestas se encuentran: Fondo verde para incentivar la reforestación y Control a los biocombustibles.

⁸⁶ COLOMBIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, CENTRO VIRTUAL DE NOTICIAS. Universitarios suscribieron Declaración de Bogotá por el Cambio Climático. <http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/article-188746.html>

6. MARCO GEOGRÁFICO.

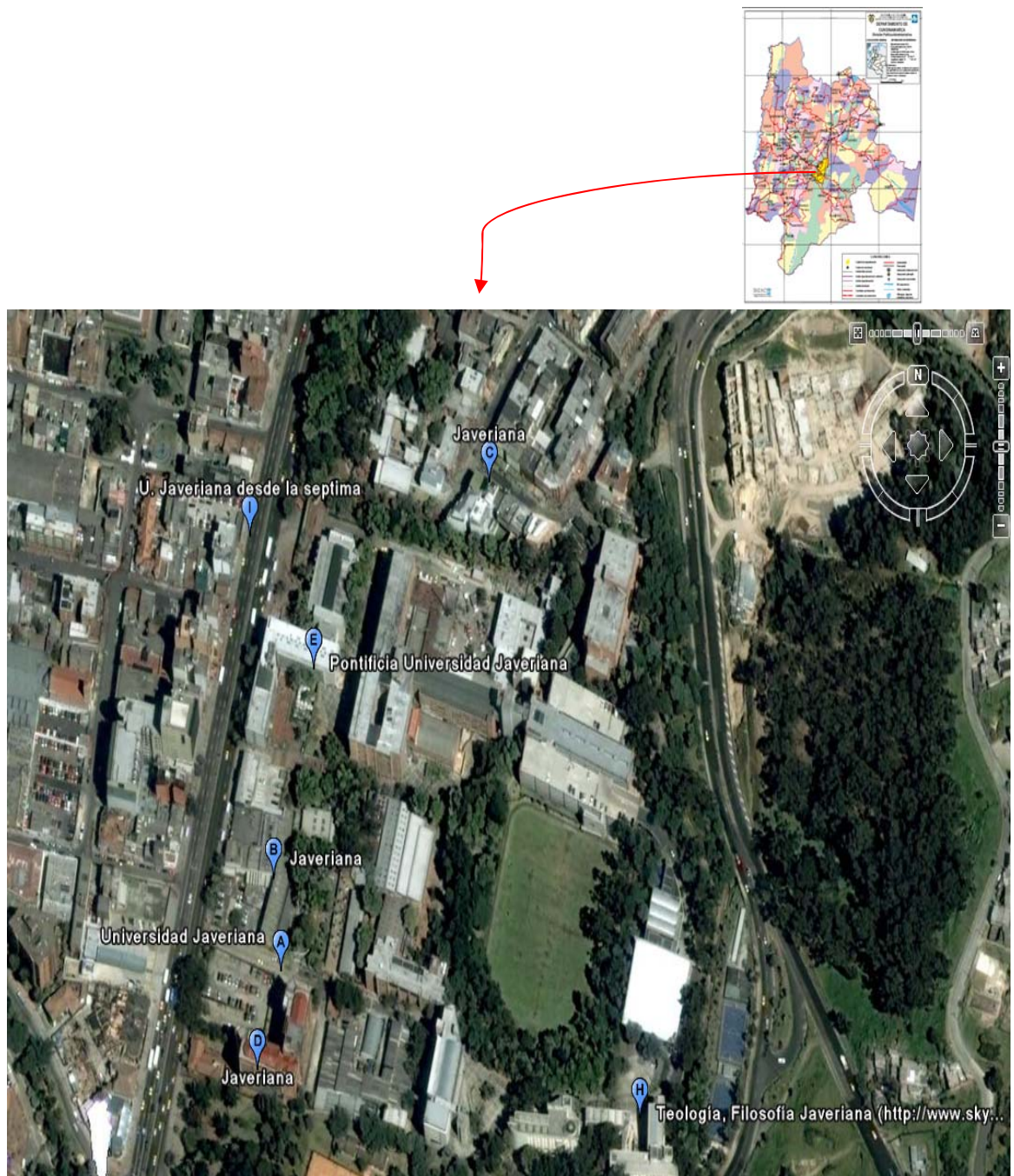


Figura 3. Ubicación del Campus de la Pontificia Universidad Javeriana en la Ciudad de Bogotá

Fuente: <http://earth.google.es>

6.1. Ubicación del Campus de la Pontificia Universidad Javeriana

El Campus de la Pontificia Universidad Javeriana se ubica en la Ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C. en la Carrera 7 No. 40-62. Sus áreas se encuentran distribuidas como se explica a continuación:⁸⁷

- Área Total de 184.538 m²
- Área Ocupada: 38.874 m²
- Área libre: 145.664 m²
- Zonas Verdes: 72.279 m²
- Plazoletas: 73.279 m²
- Total Área construida: (Edificios) 184.891 m²

Santa Fe de Bogotá, D.C. se encuentra situada en la Sabana de Bogotá, enmarcada por los cerros Monserrate y Guadalupe y por el río Bogotá al occidente. Es la ciudad capital de la República de Colombia y se constituye en el principal centro geográfico, político, industrial, económico y cultural del país. A una altura de 2.630 metros sobre el nivel del mar, y con un área de 1587 Kms², es sede del Gobierno y la más extensa de las ciudades de Colombia. Aquí se concentra el 17% de la población total de la nación (6.4 millones de habitantes), con la característica de poseer los más altos índices educativos.⁸⁸

6.1.1. Posición Geográfica

La posición geográfica de la Ciudad de Bogotá es la siguiente:

Coordenadas Geográficas: Latitud Norte 4°35'56"57 Longitud Oeste de Greenwich 74°04'51"30

⁸⁷ Boletín Estadístico Año 2007. Pontificia Universidad Javeriana

⁸⁸ Bogotá. Características. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. En: <http://www.udistrital.edu.co/colombia/bogota/caracteristicas.php>

Coordenadas planas: 1.000.000 metros norte 1.000.000 metros este

Otros datos son:

- Temperatura media anual: 14.0° C
- Temperatura máxima media anual: 19.9° C
- Temperatura mínima media anual: 8.2° C
- Temperatura mínima absoluta: 5.2° C
- Precipitación media anual: 1.013 mm.
- Presión atmosférica: 752 milibares.
- Humedad relativa media anual: 72%

En la ciudad se presenta escasa lluvia en enero, febrero, junio, julio, agosto y septiembre; y lluvias fuertes en marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre. Sin embargo, se presentan variaciones en estos períodos de lluvia debido a los fenómenos climatológicos ocurridos en los últimos tiempos.⁸⁹

⁸⁹ Bogotá. Características. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. En: <http://www.udistrital.edu.co/colombia/bogota/caracteristicas.php>

7. MARCO NORMATIVO

El tema de la gestión forestal en Colombia es relativamente nuevo, debido al escaso o nulo interés de los diversos gobiernos por incluir en sus programas políticas de gestión ambiental. Solo a partir de mediados del siglo XX se comienza a dar las primeras legislaciones sobre la gestión ambiental, especialmente en el manejo y conservación de los bosques.

Sobre este último asunto surge la Ley 2ª de 1959 sobre la "Economía Forestal de la Nación y conservación de los recursos naturales". Por medio de esta ley se logran crear las Zonas Forestales protectores y Bosques de Interés general; asimismo se crearon las reservas forestales productoras y reservas forestales administradas por la sociedad civil. En esta misma ley se establecen los principios esenciales para la creación de parques nacionales.

La dinámica de la gestión forestal toma relevancia a partir de los años setenta con la creación de varios institutos como el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INDERENA), el Instituto Colombiano de la reforma agraria o INCORA, y la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal CONIF. El objetivo de estos institutos fue el apoyo y desarrollo a la investigación forestal.

Con esta misma dinámica, se promulga el Decreto 2811 de 1974 o llamado de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio ambiente. Tal como lo señala en su artículo 3º, el objetivo de este Decreto es regular el manejo de los recursos naturales renovables, la defensa del ambiente, el ruido, las condiciones de vida en los asentamientos humanos y las acciones del hombre que puedan incidir en el deterioro ambiental. Otro aspecto a tener en cuenta es el principio sobre el cual se desarrolló este Decreto: *el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos*.

Para el año de 1987 se expide la Ley 37 o Plan Nacional de Desarrollo Forestal, en donde se crea el Servicio Forestal Nacional para coordinar las diferentes entidades públicas en los niveles territoriales. En este mismo año se aprueba el Plan de Acción Forestal para Colombia PAFC, por parte del CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social).

Con la renovación de la Constitución Política, por medio de la Asamblea Constituyente, en donde las comunidades indígenas tuvieron representación, se da un impulso importante en el manejo de la gestión ambiental al otorgarle en varios artículos un estatus de constitucionalidad: en el artículo 49, en el marco de los derechos sociales fundamentales, señala cómo el saneamiento ambiental estará a cargo del Estado, y basado en los principios de eficiencia, universalidad y solidaridad.

En el artículo 80 *ibídem*, establece en cabeza del Estado la planificación y aprovechamiento de los recursos naturales y con la obligación de *prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados*. El reparo que se da a éste artículo es el no incluir el fomento, en el área educativa, de la gestión ambiental en todas las actividades en donde el hombre interviene.

Desde esta misma perspectiva, en el artículo 267, la misma Constitución da a la Contraloría General de la República el control fiscal de la administración, de los particulares y de las mismas entidades; con la obligación de evaluar y valorar los costos ambientales de las actividades del Estado.

Por otro lado, en lo que tiene que ver con el Plan Nacional de Desarrollo, en su parte general es relevante que se encuentren tres componentes de la política nacional: económico, social y **ambiental**. Esto es importante, por cuanto el tema ambiental ya hace parte de las políticas públicas que debe implementar el Estado y, por ende, es parte de la agenda de cada uno de los diferentes gobiernos de turno.

Con el impulso dado por la Constitución, la gestión ambiental toma identidad y se consolida con la Ley 99 de 1993, con la que se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se dan las pautas en el sector público para la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y, se organiza el Sistema Nacional Ambiental. En el artículo 65 establece que corresponde en materia ambiental a los municipios y distritos, dictar con sujeción a las disposiciones legales reglamentarias superiores, las normas necesarias para el control, la preservación y la defensa del patrimonio ecológico. El artículo 66 de la Ley 99 de 1993, establece que los municipios y distritos de más de un millón (1.000.000) de habitantes ejercerán dentro del perímetro urbano las mismas funciones atribuidas a las Corporaciones Autónomas Regionales, en lo aplicable al medio ambiente urbano.

Ya para el año de 1998, el Consejo Nacional Ambiental aprueba el Plan Estratégico para la Restauración y el establecimiento de bosques en Colombia o Plan Verde, con tres componentes esenciales: ordenamiento del territorio para el uso de la tierra desde ámbitos no convencionales (usos agroforestales, sucesión vegetal y restauración ecológica); la restauración de los ecosistemas más degradados del país (regeneración natural, revegetalización la reforestación con fines protectores, agroforestería y la aplicación de sistemas silvopastoriles); y, la reforestación con fines productivos para usos comerciales e industriales. Aún así el componente educativo o académico está ausente de las políticas ambientales nacionales.

Posteriormente, fue implementada la Ley Forestal en el año de 2006, pero fue declarada inconstitucional por la Corte Constitucional, debido a que los

proponentes de esta ley no consultaron con los afro-descendientes, ni con los indígenas la pertinencia de la misma.

Al lado de este marco legal vigente, se consolidan los Proyectos Ambientales Escolares PRAEs, ya analizados en un apartado anterior, pero que con la Constitución Política y la Ley 99 de 1993, se convierten en el bloque legal del sistema ambiental en Colombia.

El Artículo 67 de la Constitución Política Nacional (1991) Hace referencia a que la educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz, la democracia y la protección al ambiente.

Artículo 79 de la Constitución Política Nacional (1991) Ordena al estado fomentar la educación para garantizar la participación comunitaria en las decisiones que puedan afectar al ambiente, así como hacer efectiva la obligación de proteger su diversidad e integridad y de conservar las áreas de especial importancia ambiental.

Ley 99/93. Artículo 5 Numeral 9: "Adoptar conjuntamente con el Ministerio de Educación Nacional los planes y programas docentes y el pensum, que en los distintos niveles de educación se adelantarán en relación con el ambiente y los recursos naturales renovables; además, promover con dicho ministerio programas de divulgación y reglamentar la presentación del servicio ambiental"

El Artículo 15 de la Ley 99/93: Asesoría y Coordinación en el área de Educación Ambiental. Las corporaciones Autónomas Regionales y los organismos que hagan sus veces en los grandes centros urbanos (DAMA), prestarán asesoría a las Secretarías de Educación Departamentales, Municipales y Distritales en materia de ambiente para la fijación de lineamientos para el desarrollo curricular del área de Educación Ambiental en los establecimientos de Educación Formal de su jurisdicción.

En Noviembre de 2007, el Ministerio de educación Nacional y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial teniendo en cuenta que la protección del ambiente es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el Sector Privado, acuerdan la creación de una Agenda conjunta de Trabajo en Educación Ambiental integre las acciones institucionales, las políticas y programas que desarrollan los dos ministerios y sus entidades adscritas y vinculadas, las cuales serán desarrolladas a través de planes anuales concertados mediante la consolidación y promoción de proyectos de educación ambiental, el fortalecimiento de los Comités Técnicos Interinstitucionales de Educación

Ambiental (CIDEA), los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), los Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental (PROCEDA) y los Proyectos Ambientales Universitarios PRAU. En esta agenda Conjunta se resalta la importancia de incorporar temáticas y problemáticas relevantes como: La educación Ambiental para la Biodiversidad, para la comprensión, adaptación y vulnerabilidad al Cambio Climático y para la prevención de riesgos, entre otros.⁹⁰

⁹⁰ Agenda Interministerial. Ministerio de Educación Nacional, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, D.C. Noviembre de 2007

8. METODOLOGÍA

La metodología utilizada se fundamentó en los planteamientos de la Metodología de la Investigación en Acción, observando y analizando un caso concreto con la ayuda de fuentes de conocimiento e información como lo fueron los documentos e informantes clave para llegar a resultados cualitativos y cuantitativos.

El desarrollo del trabajo se realizó en tres etapas, la primer etapa corresponde al establecimiento del diagnóstico, en la segunda etapa se realiza el análisis de los datos encontrados y en la tercer etapa se plantean las propuestas y alternativas de gestión.

8.1. PRIMERA ETAPA: ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO.

En esta etapa se establecieron los marcos teórico, conceptual, se realizó el trabajo de campo, análisis de planos de la universidad, elaboración de inventarios (Conteo y toma de medidas del mobiliario), Recopilación de las series históricas de la universidad (Archivo Histórico y Administrativo), Consultas de bases de datos de la Pontificia Universidad Javeriana y realización de entrevistas semi-estructuradas a Informantes clave.

La Etapa del Diagnóstico se desarrolló con el fin de determinar las emisiones de CO₂ de las fuentes generadoras definidas para el presente estudio así como los actores involucrados en el estudio.

Debido a la falta de información referente al registro de alumnos de años pasados fue necesario realizar para los primeros años de funcionamiento de la universidad una revisión detallada de los libros de registro y hacer un conteo y suma del número de estudiantes que ingresaron a la Universidad Javeriana, se revisaron las publicaciones históricas y se consultó a las oficinas de Archivo Histórico, Archivo Administrativo y Registro y Control Académico.

Del mismo modo fue necesario referirse a los contratos de obra de los edificios y al análisis de los planos para determinar las cantidades de materiales utilizados en su construcción.

Durante esta etapa se definieron las responsabilidades y la importancia de los actores involucrados

8.2. SEGUNDA ETAPA: ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

De acuerdo a la información obtenida en el trabajo de recolección de información y con los resultados obtenidos en la etapa de diagnóstico se procedió al análisis de los resultados.

8.3. TERCERA ETAPA: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y FORMULACIÓN DE PROPUESTAS DE GESTIÓN

Esta etapa corresponde a la formulación de alternativas de Gestión con el objetivo de proponer opciones desde la Gestión Forestal y desde la Gestión Ambiental que puedan contribuir en la reducción de las emisiones de CO₂ en el campus universitario por parte de los actores involucrados.

Para el desarrollo de las tres etapas del estudio se utilizaron técnicas de recolección de información primaria y secundaria tales como la observación, el análisis, la investigación, la revisión bibliográfica, la entrevista y la toma de datos en campo.

A continuación en la tabla se explicará con detalle las actividades realizadas para el cumplimiento de cada objetivo.

Tabla 2. Objetivos con sus respectivas actividades para su cumplimiento.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES
1. Cuantificar las emisiones de CO ₂ realizadas por la Universidad Javeriana desde 1930	Conteo y medición de mobiliario
	Revisión de documentos del Archivo Histórico, Archivo Administrativo y de la Oficina de Registro y Control Académico para establecer el número de personas que han formado parte de la comunidad Javeriana desde el año 1930 hasta el 2008.
	Análisis de planos de la universidad
	Consulta de las cartillas de mobiliario urbano del Instituto de Desarrollo Urbano del Departamento Administrativo de Planeación Distrital de Bogotá.

	Determinación de actores involucrados y entrevistas con informantes clave para el conocimiento de la historia de la Universidad Javeriana.
	Cálculos para determinar las emisiones de CO ₂ por la comunidad Javeriana
	Cálculos para construcciones y mobiliario basadas en los materiales utilizados en su elaboración
2. Cuantificar el stock de carbono existente en el arbolado de la Universidad	Revisión de documentos de la Facultad de Estudios Ambientales y Rurales
	Utilización de ecuaciones alométricas
3. Establecer un balance emisiones captura de carbono de la Universidad	Comparación mediante proyecciones de las emisiones y/o capturas realizadas en la Universidad Javeriana
4. Formular alternativas de Gestión que propendan por la reducción de emisiones de CO ₂ hechas por la Universidad Javeriana.	Formulación de propuestas y/o alternativas encaminadas a la reducción de las emisiones de CO ₂ por la comunidad Javeriana de acuerdo a información de fuentes secundarias

Para el desarrollo de la investigación se definieron las fuentes fijadoras y las fuentes generadoras. Se estableció como fuentes fijadoras a las especies forestales presentes en el campus universitario y como fuentes generadoras a la población que conforma la universidad tales como alumnos, docentes y personal administrativo y a las construcciones en acero, hierro y concreto como son los edificios, plazoletas y mobiliario urbano.

Para determinar las cantidades de concreto, hierro y acero que se utilizaron en la elaboración del mobiliario encontrado en el campus Universitario fue necesario realizar un despiece aproximado de los materiales que los componen, estos datos fueron llevados a una tabla en donde de acuerdo al peso unitario de cada material se determinan las emisiones de CO₂ hechas a la atmósfera en su elaboración. A continuación se indica la tabla base para los cálculos de las emisiones de CO₂ de acuerdo a los materiales que componen cada elemento de mobiliario urbano dispuesto en el campus universitario.

Tabla 3. Tabla base para el cálculo de las cantidades de CO₂ emitidas por el mobiliario

Elemento de Mobiliario Urbano	Cantidad	Materiales	Peso Unitario Concreto (Ton)	Peso Unitario Hierro (Ton)	Peso Unitario Acero (Ton)	CO ₂ Concreto	CO ₂ Acero	CO ₂ Hierro	Emisión Total Unitaria (Ton CO ₂)	Emisión Total Mobiliario (Ton CO ₂)

Con respecto a las edificaciones, la determinación de las cantidades de CO₂ emitidas se realizó mediante el estudio de planos y revisión de contratos de construcción en donde se hizo un conteo de cantidades de materiales utilizados, debido a la no existencia de información sobre edificaciones muy antiguas fue necesario realizar un cálculo aproximado de cantidades de materiales utilizadas de acuerdo al área de construcción. Los cálculos se hicieron de igual manera que los del mobiliario, a continuación se indica la tabla base de cálculos utilizada para las construcciones de la universidad Javeriana.

Tabla 4. Tabla base para el cálculo de las cantidades de CO₂ emitidas por las Construcciones

Fecha de Construcción	Nombre de la Construcción	Área Construida (m ²)	Ton. Concreto	Ton. Hierro	Ton. Acero	Ton. CO ₂ Concreto	Ton. CO ₂ Hierro	Ton. CO ₂ Acero	Emisiones Totales (Ton) CO ₂

Para determinar la cantidad de CO₂ que emite un elemento de mobiliario o una edificación construida en concreto, acero o hierro se tomaron como referencia los valores expresados en la tabla 5.

Tabla 5. Valores de Referencia de Emisiones de CO₂ por tonelada de material

Material (1 Ton)	Emisión CO ₂ (Ton)
Concreto	1
Hierro	0,67
Acero	6,63

Fuentes:

-www.upme.gov.co/siame/documentos/documentacion/mdl/Presentaciones/4_APDR.ppt
 -Informe de Desarrollo Sostenible.2005 Holcim (Colombia) S.A.
 -www.dossierpolitico.com/vernoticiasanteriores.php?artid=32181&relacion=dossierpolitico.
 Bonos de carbono, Indulgencia Ambiental. Febrero de 2008.

Los cálculos de emisión de CO₂ de las construcciones se determinan por una sola vez contrario a las emisiones de la comunidad Javeriano que al no ser un valor constante debido a la variabilidad en el ingreso de estudiantes a la universidad son expresadas anualmente.

Para el estudio de emisiones de carbono de la población se tomó como punto de referencia la información encontrada en el World Resource Institute mediante la utilización de la herramienta para análisis climático "Climate Analysis Indicators Tool"⁹¹ a partir del año 1950 a 2008, los años anteriores (1930 – 1949) fueron estimados aproximadamente de acuerdo a la huella ecológica que una persona tendría según las ofertas alimenticias, de vivienda, movilidad y bienes y servicios existente en dicho periodo de tiempo mediante la ayuda del cuestionario obtenido en www.myfootprint.org. Los resultados encontrados con las dos herramientas de cálculos se detallan en el Anexo A.

La herramienta "Climate Analysis Indicators Tool" muestra la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero emitidos por la población en los países o regiones concretas durante un año determinado. Todas las emisiones se expresan en toneladas de CO₂ (o de carbono) equivalente, utilizando 100 años potenciales de calentamiento atmosférico que se encuentra en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC (1996)⁹².

Los controles del "Climate Analysis Indicators Tool" permiten seleccionar el país, el año, el sector, y los gases de efecto invernadero que se requiere determinar. Los datos de los sectores proceden de los informes del IPCC.⁹³

Para el caso de Colombia se seleccionaron los sectores principales para la ciudad de Bogotá como son: energía, procesos industriales, agricultura, cambio de uso de la tierra y silvicultura, desechos, el sector energético (electricidad y calor) y el uso de combustibles que se muestra como un sector pero por separado de la Energía, de conformidad con las Directrices del IPCC. (Ver Anexo A)

Para determinar las capturas de las especies arbóreas del campus universitario se utilizó la información del **Plan de Manejo de la Vegetación Arbórea del Campus Universitario** realizado por la Facultad de Ecología en el año 2007, para estimar la biomasa de los árboles se utilizó una ecuación Alométrica. Los datos obtenidos se organizaron en una tabla que indica el número de individuos, el carbono capturado por cada individuo y el total de carbono capturado por todos los individuos arbóreos presentes en el Campus de la Universidad Javeriana.

La ecuación utilizada para la estimación de la biomasa fue:

⁹¹ Fuente Datos de referencia para Colombia Emisiones CO₂ totales Ton/año (Años 1960 -2006): <http://cait.wri.org/cait.php?page=background&from=yearly>

⁹² <http://cait.wri.org>

⁹³ <http://cait.wri.org>

$$Y = \exp[-2,289 + 2,649 \cdot \ln (DAP) - 0,021 \cdot (\ln(DAP))^2]$$

Fuente: Carlos Alfonso Devia Castillo. Profesor Investigador. Pontificia Universidad Javeriana. Dinámica del Carbono, Árboles y Ciudad. Aproximación Teórica con datos reales. Caso de Estudio Bogotá. Mayo de 2007

Para la formulación de propuestas de gestión se realizó un análisis de los actores involucrados y su participación en los programas y/o actividades que dentro del campus han sido realizadas con miras a tener una institución más amigable con el ambiente, de acuerdo a esta revisión se realizan propuestas de alternativas de gestión desde la parte ambiental y forestal para el campus universitario

9. RESULTADOS

Los Resultados se presentan de acuerdo a las etapas I y II y al desarrollo metodológico expuesto con detalle en el numeral anterior.

9.1. DETERMINACIÓN DE LAS FUENTES GENERADORAS

Se definió como Fuente Generadora I al conjunto de personas integrado por personal administrativo, docentes y alumnos de la Universidad Javeriana y como Fuente Generadora II a los materiales utilizados en las construcciones en acero, hierro y concreto tales como edificios, plazoletas y mobiliario urbano de la universidad.

Para conocer las toneladas de Carbono que las fuentes emiten fue necesario utilizar factores de conversión que determinan la cantidad equivalente de Dióxido de Carbono en Carbono, los cuales se expresan en la Tabla 6.

Tabla 6. Estimación de Dióxido de Carbono y Carbono

El factor de conversión a Carbono desde la biomasa es 0,5
Para pasar de C a CO ₂ se debe multiplicar por 44/12
Para pasar de CO ₂ a Carbono se debe multiplicar por 12/44

Fuente: Carlos Alfonso Devia Castillo. Profesor Investigador. Pontificia Universidad Javeriana. Dinámica del Carbono, Árboles y Ciudad. Aproximación Teórica con datos reales. Caso de Estudio Bogotá. Mayo de 2007

Los datos de la población se obtuvieron de acuerdo al análisis retrospectivo realizado a partir del año 1930 en el cual la sede de la Pontificia Universidad Javeriana fue restablecida e indican los siguientes resultados.

9.1.1. Fuente Generadora I. Población.

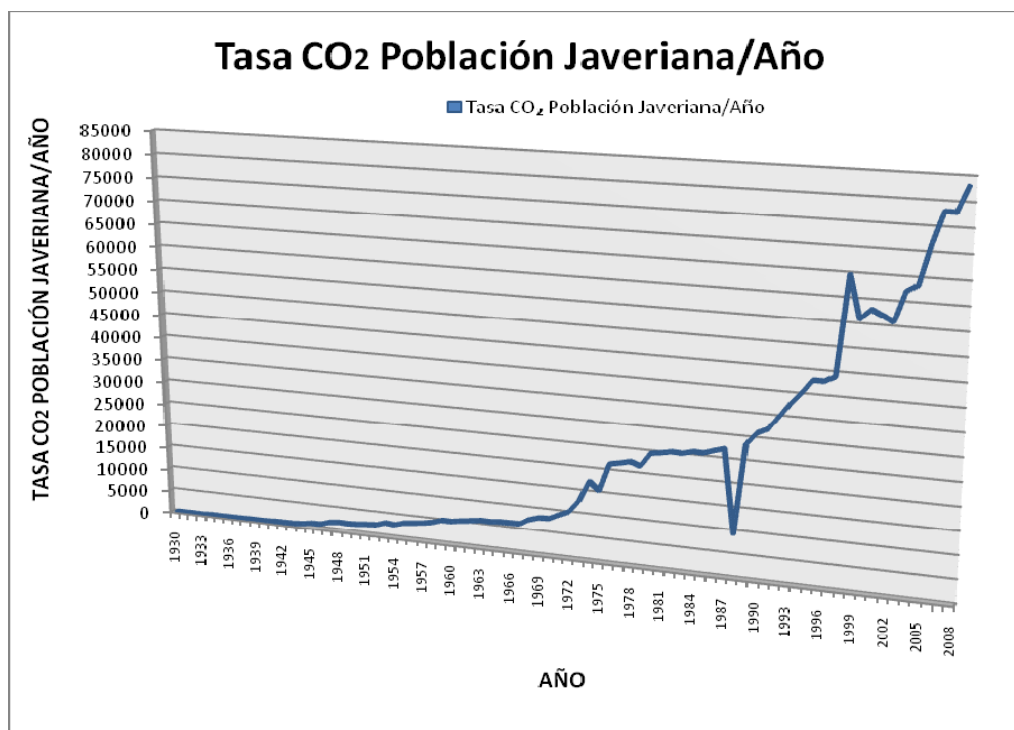
Con base en la información obtenida en las revisiones documentales del Archivo Histórico, Archivo Administrativo y de la Oficina de Registro y Control Académico de la Universidad Javeriana se obtuvo los datos el número de

estudiantes, de docentes y de personal administrativo que la universidad ha tenido desde el año 1930 a 2008, estos datos fueron llevados a una tabla en donde se calculó de acuerdo a las emisiones de CO₂ que para cada fecha indican los cálculos de huella ecológica y la herramienta de análisis de la WRI. La tabla nos arroja el resultado de emisiones de CO₂ año a año de la comunidad Javeriana desde el año 1930 a 2008 y nos indica que en este rango de tiempo han pasado por la universidad 1.073.254 personas las cuales han tenido una emisión total de 1.549.503,63 toneladas de CO₂. (Ver Tabla 7, Gráfica 1 y Anexo C. Tabla base para los Cálculos de Emisiones de CO₂ por la población Javeriana Años 1930-2008)

Tabla 7. Emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂) por la Población Javeriana (1930-2008)

Años	Estudiantes	Profesores	Personal	Total Población PUJ/Año	Tasa CO ₂ Población Javeriana (Años 1930 – 2008)
1930 – 2008	934.011	90.121	49.122	1.073.254	1.549.503,63

Gráfica 1. Emisiones de CO₂ por la Población Javeriana



9.1.2. Fuente Generadora II. Materiales de Construcción.

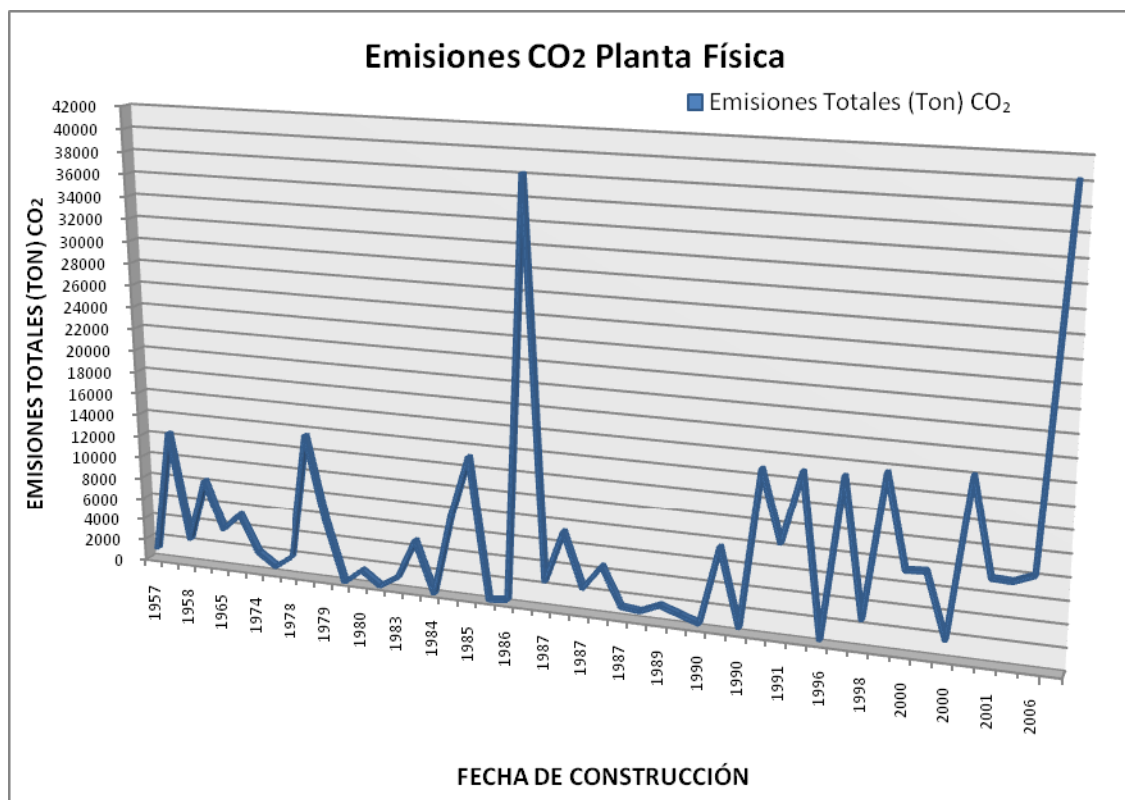
La fuente generadora II se dividió en dos grupos, el primer grupo lo conforman las construcciones en hierro, acero y concreto tales como edificios y plazoletas (Planta Física) y el grupo dos lo conforma el mobiliario urbano dispuesto en el campus de la Universidad Javeriana.

9.1.1.1. *Emisiones de CO₂ de la Universidad Javeriana por la Planta Física:* De acuerdo al plano que tiene la Universidad en su página Web se tiene que en la actualidad existen 47 edificaciones erigidas desde el año 1957 al año 2006, que ocupan un área de 184.891,3 m² más 74.438 m² de plazoletas (Ver Anexo D. Áreas de las edificaciones que componen el Campus de la Pontificia Universidad Javeriana), las cuales han emitido a la atmósfera gracias a los materiales en los que fueron edificadas 320.054,7 toneladas de CO₂ (Ver tabla 8, Gráfica 2 y Anexo E. Tabla base de cálculos de emisiones de CO₂ por los materiales de construcción de la planta Física de la Pontificia Universidad Javeriana); a partir del año 2007, la Universidad Javeriana inició la obra de nuevas construcciones dentro del Campus Universitario que a la fecha aún se encuentran en proceso de elaboración las cuales no se tuvieron en cuenta para la realización del estudio.

Tabla 8. Emisiones de CO₂ por los materiales de Construcción de la Planta Física de la Universidad Javeriana.

Fecha de Construcción	ÁREA Construida (m ²)	Ton. Concreto	Ton. Hierro	Ton. Acero	Ton. CO ₂ Concreto	Ton. CO ₂ Hierro	Ton. CO ₂ Acero	Emisiones Totales (Ton) CO ₂
1930-2008	184.891,3	251.327,3	6.690,2	9.690	251.327,3	4.482,4	64.245	320.054,7

Gráfica 2. Emisiones de CO₂ por la Planta Física de la Universidad Javeriana



9.1.1.2. *Emisiones de CO₂ de la Universidad Javeriana por el Mobiliario Urbano:* La Universidad Javeriana cuenta con un mobiliario urbano diverso dispuesto especialmente en las áreas más concurridas por los estudiantes en sus momentos de descanso tales como plazoletas, jardines y corredores. (Ver anexo I. Registro fotográfico del mobiliario urbano dispuesto en el campus Javeriano). El diseño de dicho mobiliario corresponde en su gran mayoría al diseño del mobiliario urbano con que cuenta la ciudad de Bogotá por tal motivo para la realización de algunos cálculos de cantidades de materiales utilizados en las construcciones de mobiliario se tomó como referencia la cartilla de Mobiliario Urbano del Departamento Administrativo de Planeación Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá.

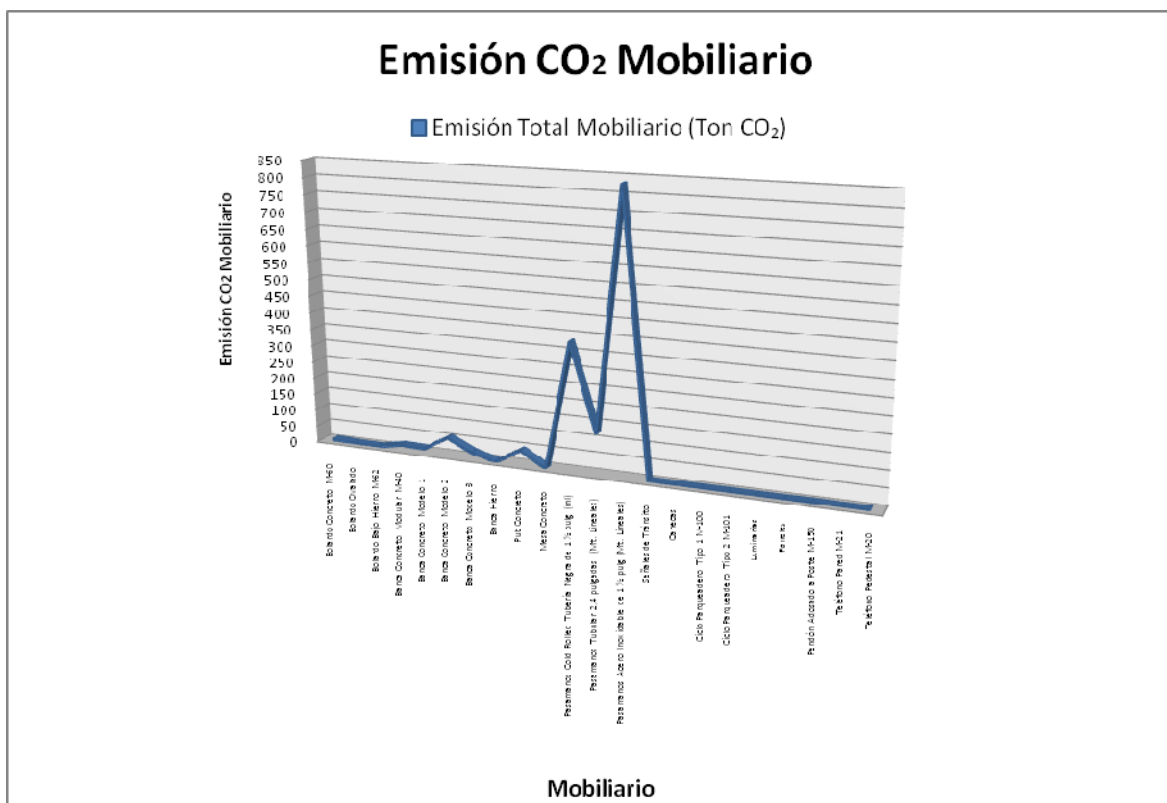
De acuerdo a los cálculos realizados y según las mediciones tomadas se tiene que el mobiliario urbano que a la fecha está instalado y que ha sido elaborado principalmente en materiales como acero, hierro y concreto, ha generado unas emisiones totales a la atmósfera de 1.486,5 toneladas de CO₂ (Ver tabla 9,

Gráfica 3 y Anexo G. Tabla base para cálculos de emisiones de CO₂ por el mobiliario urbano dispuesto en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana).

Tabla 9. Emisiones de CO₂ del mobiliario urbano dispuesto en el Campus de la Pontificia Universidad Javeriana.

Elemento de Mobiliario Urbano	Cantidad	Materiales	Emisión Total (Ton CO ₂)
Bolardo Concreto M-60	112	Concreto, Hierro	4,5
Bolardo Ovalado	52	Concreto, Hierro	1,3
Bolardo Bajo Hierro M-62	9	Hierro	0,001
Banca Concreto Modular M-40	73	Concreto, Hierro	14,3
Banca Concreto Modelo 1	37	Concreto, Hierro	12,04
Banca Concreto Modelo 2	51	Concreto, Hierro	54,5
Banca Concreto Modelo 3	11	Concreto, Hierro	19,2
Banca Hierro	77	Hierro	0,001
Pub Concreto	14	Concreto, Hierro	44,05
Mesa Concreto	1	Concreto, Hierro	0,2
Pasamanos Cold Rolled Tubería Negra de 1 ½ pulg (ml)	64.000	Hierro	381,6
Pasamanos Tubular 2,4 pulgadas (Mt. Lineales)	8.000	Hierro	122,2
Pasamanos Acero Inoxidable de 1 ½ pulg (Mt. Lineales)	14.000	Acero	830,6
Señales de Tránsito	15	Hierro	0,0002
Canecas	66	Hierro, Acero	0,4
Ciclo Parqueadero Tipo 1 M-100	4	Hierro	0,0018
Ciclo Parqueadero Tipo 2 M-101	1	Hierro	0,002
Luminarias	121	Hierro	0,008
Paneles	57	Acero	0,015
Pendón Adosado a Poste M-150	7	Hierro	1,03
Teléfono Pared M-21	3	Acero	0,017
Teléfono Pedestal M-20	8	Acero	0,08
TOTAL			1.486,5

Gráfica 3. Emisiones de CO₂ por el mobiliario urbano de la Universidad Javeriana



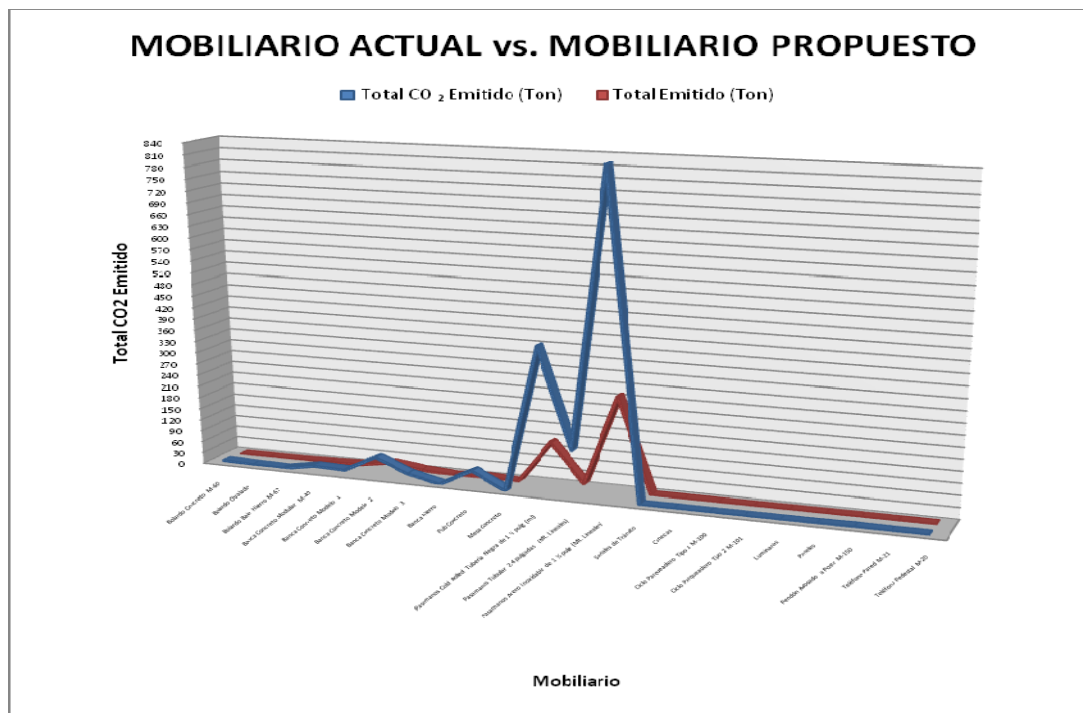
9.1.3. Emisiones totales de CO₂ encontradas en el Campus de la Pontificia Universidad Javeriana por las diferentes fuentes generadoras.

Una vez realizados los cálculos por separado que cada fuente generadora emite a la atmósfera, se realizó la sumatoria de las emisiones encontrándose que en total las actividades estimadas para la población Javeriana y para el campus hasta el año 2008 se han emitido 1.871.044 Toneladas de Dióxido de carbono. (Ver tabla 10 y Gráfica 4)

Tabla 10. Emisiones totales de las fuentes Generadoras en el Campus de la Pontificia Universidad Javeriana.

ÍTEM	TONELADAS DE CO ₂	TONELADAS DE C
POBLACIÓN	1.549.503,63	422.591,89
PLANTA FÍSICA	320.054,7	87.287,6
MOBILIARIO URBANO	1.486,5	405,4
TOTAL	1.871.044,83	510.284,89

Gráfica 4. Acumulado de Emisiones de CO₂ de las fuentes generadoras



9.2. CAPTURA DE CO₂ POR EL ARBOLADO DE LA PUJ

Se determinó de acuerdo al censo de la vegetación realizado en el año 2007 por la facultad de Estudios Ambientales que en el Campus de la Universidad Javeriana existen 2700 individuos arbóreos que capturan aproximadamente 10000 toneladas de carbono al año lo cual indica que los 2700 individuos arbóreos del campus están capturando 729 toneladas de carbono al año. (Ver tabla 11)

Tabla 11. Carbono capturado por las especies arbóreas del Campus de la Pontificia Universidad Javeriana.

Carbono Capturado por las especies Forestales de la Universidad Javeriana		
Número de Individuos	Carbono Capturado (Ton)	Total Carbono Capturado (Ton)
2700	0,27	729

9.2.1. Requerimiento de árboles para la mitigación de las emisiones de carbono en la PUJ

La ecuación alométrica utilizada para estimar la biomasa en suelo señala que con un promedio de 35 cm. de Diámetro a la altura del pecho (DAP) que exhiben los individuos arbóreos del campus de la Pontificia Universidad Javeriana se tienen 956,86 kg. de biomasa con lo cual se concluye que para capturar las 510.284 toneladas de carbono emitidas en la Universidad anualmente, se requieren 1.066.582 individuos arbóreos con el mismo porte por lo tanto se tiene un déficit de 1.063.882 individuos. Esta es una cifra de árboles imposible de tener en el Campus Universitario dadas las condiciones y el tamaño de su área, por tal motivo, se prevé que la siembra y recambio de especies forestales dentro del Campus no es la única alternativa para la captura de las emisiones de carbono de la Universidad Javeriana por lo que se debe pensar en otros lugares para realizar siembras intensivas de árboles que capturen el CO₂. (Ver tabla 12)

Tabla 12. Requerimiento de árboles para la captura de Carbono en el Campus de la Universidad Javeriana.

DAP	Biomasa Kg.	Biomasa (Ton)	Toneladas de C	Número de Árboles requeridos
35	956,86	0,95	0,47	1.066.582,13

De acuerdo a los datos de emisiones de CO₂ por la comunidad Javeriana y los requerimientos de árboles para su fijación se plantean dos escenarios con miras a determinar hipotéticamente la necesidad de siembra de árboles.

Escenario 1: La comunidad Javeriana continúa emitiendo CO₂ por sus actividades diarias y si las construcciones que se tienen previstas siguen siendo iguales a como se han venido desarrollando se tendrá que plantar los árboles equivalentes a estas emisiones, pero en términos reales esta captura comienza a desarrollarse hasta una época máxima, es decir cuando los árboles plantados lleguen al máximo de crecimiento que puede ser aproximadamente 20 años dependiendo de las especies utilizadas en la siembra, o sea, en el 2030 los árboles que plantó van a capturar esa emisión que hay negativa.

Escenario 2: La universidad sigue con el déficit negativo de CO₂, planta los árboles requeridos y a 2030 capturarán esas emisiones pero adicionalmente a eso las nuevas construcciones incorporan un componente de mínima emisión que incluya tanto a la comunidad Javeriana como a la utilización de materiales en las construcciones más amigables con el ambiente, así pues las emisiones que tendrán que ser menores y por consiguiente los requerimientos de siembra de árboles para captura de CO₂ van a ser menores.

Para determinar la cantidad de árboles que se necesitarían para mitigar las emisiones de Carbono en la Universidad Javeriana realizadas desde 1930 a 2008 se efectuó un ejercicio hipotético (Ver tabla 13) con tres especies maderables a saber: Siete cueros, cerezo y Roble, el ejercicio determina que a razón de haberse emitido en este margen de tiempo **510.284,89** toneladas de carbono se requerirían **2.701.776** individuos arbóreos para llegar a un balance cero y capturar las emisiones hechas hasta el 2008. Ver tabla 13

Tabla 13. Requerimiento de árboles para la mitigación de las emisiones de carbono totales en la PUJ

Especie	DAP	Biomasa (Ton)	Toneladas de C	Número de Árboles
Siete cueros	30	0,49	0,245	2.082.795
Cerezo	60	2,538	1,269	402.115
Roble	80	4,706	2,353	216.865
Total de individuos				2.701.776

Fuente: Carlos Alfonso Devia Castillo. Profesor Investigador. Pontificia Universidad Javeriana. Dinámica del Carbono, Árboles y Ciudad. Aproximación Teórica con datos reales. Caso de Estudio Bogotá. Mayo de 2007

Para conocer la cantidad de árboles a plantar por las emisiones anuales se realizó una sumatoria de emisiones totales y se obtuvo el promedio para los 78 años dando como resultado que la comunidad de la universidad Javeriana

emite anualmente 6.542,1 toneladas de C para lo que se requeriría plantar 34.638 individuos con las características expresadas en la tabla 14 lo cual es una cifra de árboles casi imposible de tener dadas las condiciones y el tamaño del área del campus universitario, por tal motivo se prevé que la siembra y recambio de especies forestales no es la única alternativa que se debe tener para la captura de las emisiones de carbono de la Universidad Javeriana

Tabla 14. Requerimiento de árboles para la mitigación de las emisiones de carbono anuales en la PUJ

Especie	DAP	Biomasa (Ton)	Toneladas de C	Número de Árboles
Siete cueros	30	0,49	0,245	26.702
Cerezo	60	2,538	1,269	5.155
Roble	80	4,706	2,353	2.780
Total de individuos				34.638

Fuente: Carlos Alfonso Devia Castillo. Profesor Investigador. Pontificia Universidad Javeriana. Dinámica del Carbono, Árboles y Ciudad. Aproximación Teórica con datos reales. Caso de Estudio Bogotá. Mayo de 2007

9.3. PROYECCIONES DE EMISIONES Y/O CAPTURAS DE CO₂ POR LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE MOBILIARIO URBANO.

Una vez conocidas las cantidades de CO₂ que cada elemento del mobiliario urbano presente en la universidad emite a la atmósfera, se realizaron proyecciones haciendo estimaciones del porcentaje de cambio en los materiales en los cuales están elaborados dichos elementos del mobiliario.

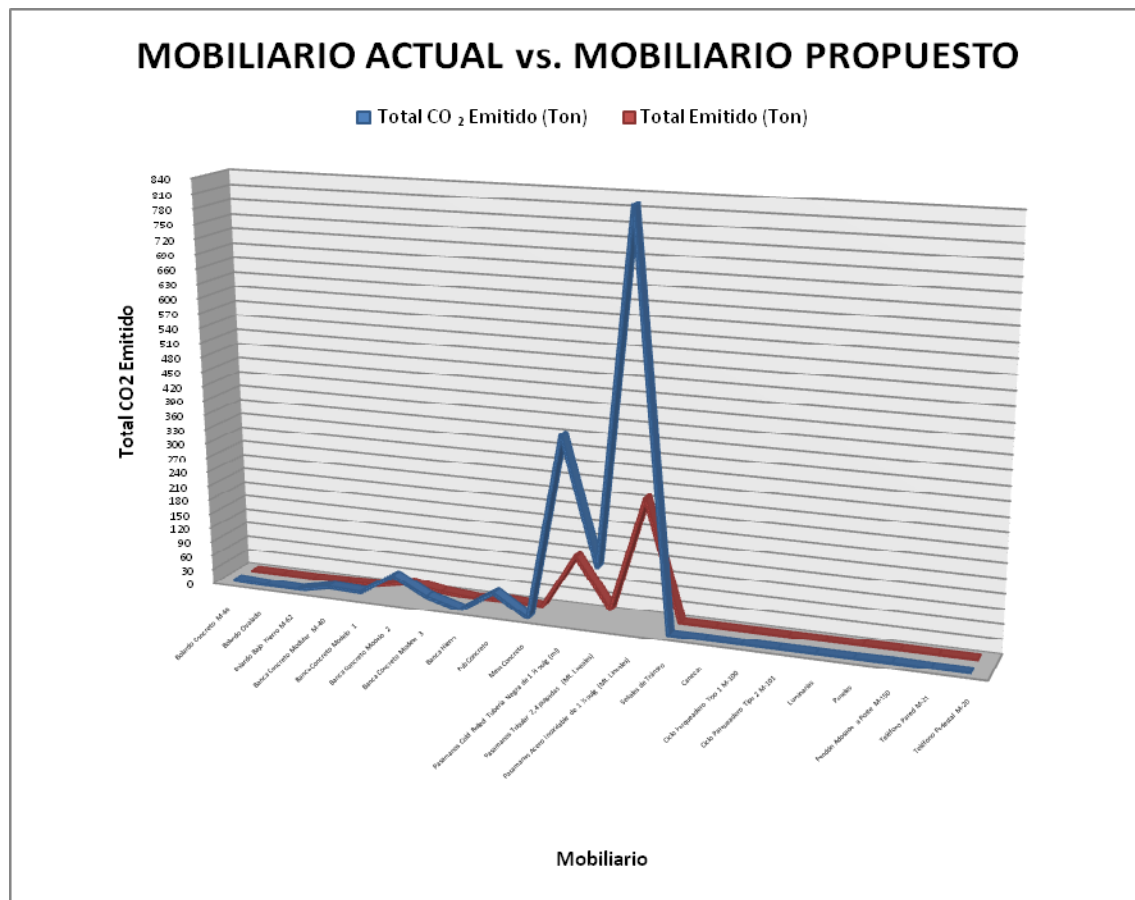
Se realizó una comparación de casos consistente en hacer proyecciones de las emisiones y/o capturas si el mobiliario presente estuviera elaborado (de ser posible) 100%, 90%, 80% y 70% en madera de acuerdo a su diseño y funcionalidad lo que arrojó como resultado un porcentaje de reemplazo del 82,7% que retiene 1.078,1 Toneladas de Dióxido de carbono, es decir, si los artículos de mobiliario dispuestos en el Campus son elaborados en madera solo se emitirían a la atmósfera 408 toneladas de CO₂ y no las 1486 toneladas de CO₂ con los materiales convencionales como hierro, concreto y acero. (Ver tabla 15, Gráfica 5 y Anexo H. Tabla base para el cálculo de las proyecciones

de Emisión de CO₂ del Mobiliario Urbano del Campus de la Pontificia Universidad Javeriana propuesto en madera.)

Tabla 15. Proyecciones de Emisión de Dióxido de Carbono con Reemplazo de materiales en la elaboración del mobiliario

MOBILIARIO ACTUAL	MOBILIARIO PROPUESTO		
Total CO₂ Emitido (Ton)	Reemplazo en madera (%)	Total CO₂ Capturado (Ton)	Total CO₂ Emitido (Ton)
1.486,5	82,7	1.078,1	408,4

Gráfica 5. Emisiones de CO₂ del Mobiliario Actual Vs. el mobiliario propuesto



De acuerdo a estos datos se observa que a pesar que el número de unidades de mobiliario urbano actual en el campus es bajo, la captura de carbono que se

tiene al reemplazar partes de los materiales como hierro, concreto y acero por madera es considerable pero a la vez insuficiente dadas las cantidades de emisiones de las diferentes fuentes encontradas en la universidad, por tal motivo se prevé que la propuesta de implementar nuevos elementos de mobiliario contruidos en madera es una alternativa viable cuando se piensa en que estas unidades actúen como sumideros de carbono, para lo cual es necesario pensar además en diseñar nuevos elementos de mobiliario que sean preferiblemente contruidos en madera como pisos, techos, divisiones de oficinas, pasamanos, bancas, pupitres, mesas, sillas, pérgolas, etc.

9.4. IDENTIFICACIÓN DE ACTORES

Con la identificación de actores se determinan las responsabilidades y participación de cada uno dentro del campus universitario.

Para la universidad Javeriana se identificaron tres grupos de actores de acuerdo a las responsabilidades en el manejo, disposición y función dentro de la Universidad Javeriana, tales actores son:

- *Directivos: Comprenden la Rectoría, Vice rectoría, Decanaturas de Medios, Oficina de Planeación de Planta Física, Oficina de Construcciones, Docentes:* Encargadas de la planeación, diseño y asignación presupuestal de las construcciones y proyectos en la universidad.
- *Estudiantes, Empleados Administrativos y Población Flotante de la Universidad:* Son la parte final de la cadena de actores, a este grupo deben ir dirigidas la mayoría de estrategias para disminuir las emisiones de CO₂
- *Grupos de Investigación, Comités Ambientales:* Encargados de estudiar los problemas a nivel de la universidad y desarrollar estrategias y actividades de gestión Ambiental dentro y fuera de la misma.

Se encontró además un grupo de actores indirectos en el que se encuentra el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). Como autoridad encargada de dar cumplimiento de la normatividad vigente respecto al tema.

10. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE GESTIÓN PARA LA CAPTURA DE CO₂ EN EL CAMPUS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Con base en los resultados del trabajo de investigación, las alternativas propuestas para la Gestión Ambiental y Forestal para el campus de la Pontificia Universidad Javeriana se deben mirar desde una óptica interdisciplinaria, transversal, transdisciplinaria y comunitaria; pero fundamental y decididamente pedagógica. Inicialmente se presentan las diversas alternativas que existen, para después establecer una propuesta específica para la Pontificia Universidad Javeriana, teniendo en cuenta el contexto en el cual interactúan diversos actores de la comunidad educativa.

10.1. ALTERNATIVA PEDAGÓGICA

Se comienza por la orientación pedagógica, que necesariamente debe partir desde la Vicerrectoría Académica, organismo encargado de los proyectos ambientales de la Comunidad, ya que es necesario entender que en la comunidad universitaria Javeriana no existe una tradición y tratamiento del problema ecológico de la localidad. Uno de los criterios, que es a la vez objetivo, es que prime la voluntad ecológica, ya que cada uno de los sujetos es actor en el agravamiento o mejoramiento de los problemas ambientales; asimismo, se plantean estrategias de trabajo que incluya a los diversos actores que hacen parte de la comunidad educativa Javeriana.

Sin este criterio fundamental la propuesta quedará en manos de unos pocos, se caerá irremediablemente en una actitud pasiva y poco responsable de las exigencias actuales de mejoramiento ambiental.

En este sentido el papel de los docentes, dada su calidad profesional, exige que sean los principales promotores y voceros de un cambio cualitativo y cuantitativo de la forma como se puede asumir la problemática ambiental. Esto se hace promoviendo al interior de las diversas actividades académicas una actitud crítica ante conductas o prácticas que dañen el medio ambiente. La metodología que se propone es que se parta de las conductas más pequeñas y cotidianas de la vida; como el manejo de productos desechables, de basura, de los desperdicios orgánicos e inorgánicos; hasta llegar a confrontar los proyectos de construcción de la Universidad, en donde directivos y

administrativos deben evaluar el impacto ambiental de los proyectos, buscando la forma de atenuar la emisión de gases contaminantes.

10.2. ALTERNATIVA DE CONSTRUCCIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos y teniendo como base el ejercicio hipotético del reemplazo de un porcentaje de materiales en la construcción de elementos de mobiliario, se observa que es posible reducir las emisiones de CO₂ mediante alternativas distintas a la siembra de árboles, como es el recambio de materiales convencionales como el acero, hierro y concreto; que son altamente contaminantes, por la madera que ofrece calidad y ventajas ambientales. Por tal motivo, se prevé que la propuesta de implementar nuevos elementos de mobiliario contruidos en madera es una alternativa viable cuando se piensa en que estas unidades actúen como sumideros de carbono, lo cual implica diseñar nuevos elementos de mobiliario que sean preferiblemente contruidos en madera como pisos, techos, divisiones de oficinas, pasamanos, bancas, pupitres, mesas, sillas, pérgolas, etc.

En cuanto a las plantaciones, se debe definir un plan de siembra en donde se exprese el lugar de la siembra y la finalidad de cada individuo plantado, ya sea para generación de hábitat, mejoramiento ambiental para restauración de áreas, generación de madera para construcciones en general o árboles frutales para garantizar mejoras en seguridad alimentaria.

En cuanto a la utilización de la madera como material de construcción, es necesario que los responsables de los proyectos de construcción y/o remodelación de los espacios de la Universidad Javeriana, conozcan y asuman, de forma dinámica y proactiva, la necesidad de utilizar en mayor medida materiales no contaminantes del medio ambiente. Para que este objetivo sea cumplido, es de suma importancia que conozcan de primera mano los resultados de este trabajo de investigación, con el fin de que vean cuán importante es la labor de los constructores en la disminución del impacto ambiental en la Universidad y el papel que juegan en este proceso.

De ahí que se haga necesario replantear el desarrollo de la construcción desde la fase de conceptualización y diseño, hasta la de selección de materiales menos contaminantes como la madera, y uso de espacios más abiertos que permitan la menor utilización de materiales contaminantes, como en el caso del cemento, que es uno de los mayores contaminantes.

10.3. ALTERNATIVA DE SEMBRADO DE ÁRBOLES

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que es posible reducir las emisiones de CO₂ con alternativas distintas a la siembra de árboles, pero debido a que ya existe una oferta histórica negativa de emisiones, la alternativa más segura y viable a mediano y corto plazo, para la captura de emisiones de la Universidad Javeriana es mediante la plantación de forestales, con el criterio de que ésta debe ser una actividad constante y permanente que permita tener árboles sanos y jóvenes para la captura de Carbono.

Desde la Gestión Forestal las posibilidades de reducción de emisiones pueden estar perfiladas en cuatro escenarios:

Escenario 1. Ponerse al día con las emisiones mediante la siembra de árboles en un número de individuos cada vez mayor

Escenario 2: Ponerse al día igualmente con las emisiones y sembrar menos árboles de los que sembraron gracias a una modificación en las técnicas de construcción

Escenario 3. Incorporar un proceso de capacitación que incentive la necesidad de trabajar con materiales menos contaminantes, como en el caso de la madera, con la exigencia, además, de que quienes están al frente de los proyectos de construcción de la universidad, protejan, valoren y acepten el establecimiento de árboles como mecanismo de mitigación de la contaminación por CO₂.

Escenario 4. Incorporar los proyectos ambientales de la Vicerrectoría Académica a los proyectos adelantados por el Distrito Capital, como los Proyectos Ambientales Escolares PRAEs y los Proyectos Ambientales Universitarios PRAUs. Ésta incorporación, permitirá establecer programas y planes de acción unificados y con mayor probabilidad de efectos positivos en la población.

En los escenarios 1 y 2 es importante señalar la utilidad que se le dará a la madera de los árboles ya sembrados, ya que más allá de la captura de carbono, en unos años la universidad contará con un stock de madera y su utilización define el tiempo de reemisión de CO₂ a la atmósfera. Se puede pensar en utilizar este elemento como material de construcción de infraestructura, de vivienda, de mobiliario o de muebles en general en la localidad, ahorrando costos en el transporte y mejor calidad a la hora de diseñarlos.

11. PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA CAPTURA DE CARBONO EN LA UNIVERSIDAD JAVERIANA

El CO₂ es uno de los gases causantes del efecto invernadero. Para reducir las emisiones de este gas se han propuesto medidas políticas y tecnológicas en los diferentes sectores de la economía y de la actividad humana en general, ya sea para reducir el incremento de emisiones o para aumentar el almacenamiento terrestre de carbono como producto de la implementación de acciones de mitigación.⁹⁴

Dentro de las actividades conocidas para reducir las emisiones de CO₂ se tiene la mitigación mediante cambios tecnológicos en los sistemas de producción, eficiencia en el uso de materias primas y combustibles, cambio de combustibles, evitar emisiones de CO₂ por diferentes fuentes, y la expansión, protección y conservación de ecosistemas forestales.⁹⁵

En el caso del trabajo de investigación en la sede principal de la Pontificia Universidad Javeriana, después de realizado el diagnóstico y establecimiento de las alternativas más viables para la captura y fijación de CO₂, se procede a formular una propuesta de gestión ambiental en el marco de un enfoque basado en la realización de proyectos educativos y participativos, y en la ampliación del área de plantaciones forestales dentro y fuera del campus universitario.

Igualmente, la propuesta del plan de Gestión ambiental para la captura de CO₂, en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana, tiene como finalidad Involucrar a la comunidad Javeriana en el mejoramiento permanente de la calidad ambiental, tal como se detalla a continuación.

11.1. OBJETIVO GENERAL DE LA PROPUESTA DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA CAPTURA DE CO₂ EN LA UNIVERSIDAD JAVERIANA.

Disminuir las emisiones de CO₂ mediante la creación de programas pedagógicos transversales que busquen generar conciencia ambiental, a la vez

⁹⁴ COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Reducción de Emisiones GEI. 2008. Capturado el 27 febrero de 2010. <http://www.cambioclimatico.gov.co/reduccion.html>

⁹⁵ Ibid

que se adopten acciones con miras a reducir las emisiones de CO₂ que se generan en el diario vivir.

11.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS Y ACTIVIDADES

Se definieron dos programas y en ellos se presentan los proyectos a ser ejecutados.

El primer programa es de carácter pedagógico con los siguientes criterios: Educativo, Participativo y de sensibilización de la comunidad universitaria. Con este programa se busca el involucramiento de los diversos actores que conforman la Comunidad Javeriana, con el objetivo de que se conozca la problemática ambiental por las emisiones de CO₂ y el consecuente calentamiento global.

El segundo programa está enfocado en la articulación de la universidad con los proyectos ambientales que tiene el Distrito de Bogotá en materia de gestión ambiental, en especial el referente a la protección, conservación y expansión de áreas de bosque urbano, de acuerdo con la "Política pública distrital de educación ambiental", Decreto Distrital 617 de 2007.

11.2.1. Programa Pedagógico de Educación, Participación y Sensibilización de la comunidad Javeriana frente a la problemática ambiental por emisiones de CO₂

En este programa se busca que la comunidad Javeriana se concientice y sensibilice frente a las problemáticas ambientales y se busca trabajar principalmente en dos frentes:

1. Crear Conocimiento, comprensión y valoración del Medio Ambiente.
2. Crear actitudes positivas, interés y proactividad hacia el cuidado ambiental y la disminución de las emisiones de CO₂

Con este criterio, las diversas materias que ven los estudiantes se ven condicionadas a que en su desarrollo sea tratado el tema ambiental, sea desde el área de las llamadas ciencias exactas, hasta las mismas ciencias sociales.

En alguna medida todas las materias son susceptibles de ser tratadas desde una óptica ambiental, pero ello exige que desde la Vicerrectoría Académica se desarrollen los planes planteados con anterioridad, poniendo especial énfasis en el sector de los docentes tal como se ha señalado con anterioridad.

11.2.1.1. Actores del Programa

Toda la comunidad académica y administrativa de la Universidad Javeriana.

11.2.1.2. Vigencia del Programa

Se propone que la vigencia del Plan corresponda a tres años a partir de su implementación, pasado este tiempo se debe hacer una revisión y ajuste del mismo.

11.2.1.3. Responsables de la adopción y ejecución del programa

Los programas del Plan Ambiental para la captura de carbono en la Universidad Javeriana serán adoptados mediante Resolución expedida por la Rectoría de la institución, previa socialización a través de la página web: www.javeriana.edu.co, lo cual permitirá recibir las sugerencias y aportes de la comunidad universitaria quien es la directa responsable de su cumplimiento.

En cuanto a los responsables del desarrollo de las actividades para el cumplimiento de los objetivos del programa, la universidad deberá asignar un equipo de personas que se encarguen del desarrollo de dichas actividades y de tomar las decisiones necesarias que en torno a ellas se deban adoptar.

11.2.1.4. Control de la Ejecución del Plan

Se deberá asignar la responsabilidad de Control a un Coordinador designado previamente por las directivas de la Universidad Javeriana quien deberá realizar el control semestral al cumplimiento del Plan Ambiental y presentar un respectivo informe.

11.2.1.5. Estructuración del Plan

Los objetivos y actividades que conforman el Plan se presentan sintetizados en el cuadro 1 que se presenta a continuación. Para cada objetivo se establecen parámetros como: el público al cual va dirigido el programa, los objetivos, las metas, las actividades para darle cumplimiento a cada objetivo, los indicadores de gestión, los indicadores de impacto y los responsables.

Cuadro 1. Programa Pedagógico de Educación, Participación y Sensibilización de la comunidad Javeriana frente a la problemática ambiental por emisiones de CO₂

Dirigido a	Objetivos	Metas	Actividades	Indicador de Gestión	Indicador de Impacto	Responsables
Comunidad Académica y Administrativa Javeriana	Promover la implementación del Proyecto Ambiental Universitario (PRAU) en la Pontificia Universidad Javeriana	Implementar el Programa Ambiental Universitario Javeriano	Creación del Proyecto Ambiental Universitario de la Universidad Javeriana en conjunto con las Facultades que componen la Universidad y sus respectivos programas académicos	Número de facultades dispuestas a participar activamente en el Proyecto Ambiental Universitario	Número de facultades y estudiantes que han logrado la transversalización de las temáticas ambientales	Vicerrectoría de Medios, Decanaturas de facultades
	Fomentar la inserción en los currículos universitarios los temas de Cambio climático, gases efecto invernadero y mecanismos de captura de CO ₂	18 Facultades dispuestas a la incorporación de los temas de Cambio Climático, Gases Efecto Invernadero y Mecanismos de captura de carbono de CO ₂	Acompañamiento a las facultades para la inserción de los temas ambientales en sus currículos en miras de la transversalidad	Número de facultades en el proceso de acompañamiento para implementación de los temas ambientales en sus currículos	Número de Facultades con inserción de temas ambientales en sus currículos académicos	Vicerrectoría de Medios, Decanaturas de facultades
	Apoyar la creación de Programas académicos sobre cambio climático, gases efecto invernadero y mecanismos de captura de carbono	Programas Académicos sobre temas ambientales	Diseño un programa académico que contemple la problemática ambiental del cambio climático global, las emisiones de gases efecto invernadero y los mecanismos de captura y minimización de los impactos de gases efecto invernadero	Número de programas con las temáticas propuestas	Número de estudiantes inscritos en los programas ambientales	Vicerrectoría de Medios, Decanaturas de facultades
Comunidad Académica y Administrativa Javeriana	Impulsar la creación de espacios de comunicación entre estudiantes, docentes y personal administrativo para la propuesta y establecimiento de acciones con miras a la disminución de las emisiones de CO ₂	Facultades con espacio de trabajo en busca de estrategias de mitigación	Utilización de los medios de comunicación universitarios como la radio, revistas, periódicos y medios virtuales para el conocimiento de estos espacios de trabajo	Número de reuniones entre los diversos actores de la comunidad Javeriana con miras a la creación de estrategias de gestión	Número de publicaciones en los diferentes medios de comunicación universitarios	Vicerrectoría de Medios, Estudiantes, Docentes y personal administrativo
	Sensibilizar y concientizar a la comunidad Javeriana sobre la huella ecológica que ha tenido la universidad en su trayectoria	Realizar periódicamente campañas informativas sobre la huella ecológica de la universidad y su comunidad	Ejecución semestral de Campañas educativas orientadas a la disminución de emisiones de CO ₂	Número de campañas realizadas	Número de personas que participan en las campañas	Vicerrectoría de Medios, Estudiantes, Docentes y personal administrativo

Comunidad Javeriana, Instituciones de Educación Superior, Organismos Gubernamentales, Sector Privado	Fomentar el trabajo interinstitucional con universidades, organismos gubernamentales y sector privado en los temas ambientales señalados	Utilizar los medios Establecimiento de divulgativos con que proyectos articulados con cuenta la universidad las instituciones	Generación de una serie de materiales pedagógicos que den a conocer la problemática ambiental del cambio climático. Gases efecto Desarrollo de proyectos que propendan por el invernadero y los mecanismos de captura de mejoramiento ambiental local e interseccional carbono aplicables a la universidad y en la cotidianidad	Número de material pedagógico Número de proyectos interinstitucionales	Número de personas con acceso al Número de instituciones material pedagógico participantes en los proyectos	Director, Docentes, Medios, Estudiantes, Docentes y personal administrativo involucradas
		Realizar eventos tendientes a disminuir las emisiones de CO2	Promoción de eventos académicos y culturales sobre las temáticas de cambio climático, generación de Gases efecto invernadero y mecanismos para la captura de CO2	Número de eventos académicos y culturales	Número de personas que asisten a los eventos académicos y culturales	Vicerrectoría de Medios, Estudiantes, Docentes y personal administrativo
	Determinar el nivel desconocimiento de la comunidad frente a temas de cambio Climático, Gases efecto invernadero y mecanismos de captura de carbono y servicios ambientales del arbolado urbano	Realizar un estudio sobre la percepción y conocimiento que tiene la comunidad Javeriana frente a temas de Cambio Climático, Gases efecto invernadero, mecanismos de Captura de gases efecto invernadero y Servicios ambientales del arbolado urbano	Encuestas que permitan conocer la percepción y el conocimiento que tiene la comunidad Javeriana ante los temas de estudio	Estudio de la percepción de las comunidad Javeriana frente a los temas ambientales tratados	Número de personas que participan en la encuesta	Vicerrectoría de Medios, Estudiantes, Docentes y personal administrativo
	Promover investigaciones en temas relacionados con el Cambio Climático, las emisiones de gases efecto invernadero y los mecanismos de captura de CO2	Implementar líneas de investigación en la universidad con miras a la captura de gases efecto invernadero	Líneas de investigación consolidadas para la generación de mecanismos de captura de CO2	Número de líneas de investigación consolidadas	Número de personas vinculadas a las líneas de investigación	Vicerrectoría de Medios, Estudiantes, Docentes y personal administrativo
	Establecer el uso eficiente de los recursos hídricos, energéticos, materiales e insumos utilizados por la Universidad en el desarrollo de sus actividades académico administrativas con el fin de minimizar las emisiones de CO2 dentro de la Universidad	Reducción del consumo de agua, energía eléctrica e insumos y materiales utilizados en procesos académicos y administrativos.	Cuantificación y cualificación del uso de la energía eléctrica, agua e insumos por cada unidad académica y administrativa de la universidad	Recurso eléctrico, hídrico e insumos cuantificado por cada unidad académica y administrativa	Disminución en la utilización de los recursos eléctricos, hídricos y materiales de insumos utilizados por las unidades académicas y administrativas	Vicerrectoría de Medios, Estudiantes, Docentes y personal administrativo
		Implementar mecanismos que permitan reducir el consumo de los recursos hídricos, energéticos, materiales e insumos en la Universidad				

11.2.2. Programa de Gestión Forestal como mecanismo de captura de CO₂ para la Universidad Javeriana y para el Distrito Capital

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que es posible reducir las emisiones de CO₂ mediante alternativas distintas a la siembra de especies forestales pero debido a que ya existe una oferta negativa de emisiones por lo emitido en años anteriores, la mejor manera de capturar el CO₂ es mediante la plantación de forestales, así se disminuyan las emisiones, siempre tendrá que realizarse esta actividad.

Teniendo en cuenta que el campus de la universidad Javeriana tiene un área de zonas verdes de 72.279 m² y un área libre de 145.664 m² correspondientes a 21.79 hectáreas; y para plantar el número de árboles que capturen las emisiones hechas por la universidad en los 78 años estudiados, se requieren 270.17 hectáreas. Ante esta magnitud, se evidencia la necesidad de buscar otras áreas distintas al campus para la plantación de las especies forestales.

En miras de buscar la interacción con las instituciones y entidades gubernamentales, se ha realizado un estudio de los proyectos y programas que el Distrito De Bogotá se encuentra realizando en coordinación con estos entes, entre los que se destacan: participar de los proyectos que propenden por la restauración de áreas degradadas, la recuperación de bosques, la conservación de especies de flora y fauna, entre otras.

Esta propuesta Distrital se basa en el Decreto 617 de 2007 en donde se plantea la construcción de una arquitectura colectiva, en pos de la construcción de una gestión ambiental, con rangos éticos bien definidos. Asimismo, se propende por la construcción de un nuevo ciudadano urbano que permita un modelo de ciudad acorde con las necesidades y exigencias ambientales de la época.

Los proyectos en que la universidad Javeriana puede participar dada su ubicación y buscando además de la captura de CO₂ otros servicios ambientales mencionados en renglones superiores son:

- 1. Proyecto de Corredor ecológico y recreativo de los cerros orientales de Bogotá**
- 2. Plan de Recuperación integral de las quebradas de la localidad de Chapinero**
- 3. Plan de Ordenamiento y Manejo de los Cerros Orientales**

La participación en estos proyectos tiene que estar ligada a la Política Pública Distrital de Educación Ambiental, lo que implica que el asunto no es únicamente crear herramientas de captura de Carbono, sino la vinculación de estudiantes, académicos y administrativos en un proceso pedagógico que permita la discusión del problema ambiental en un marco transversal de las diferentes carreras que ofrece la Universidad.

11.2.2.1. Objetivo General del Programa

Gestionar un programa de compensación ambiental en articulación con los proyectos del Distrito Capital para la captura de CO₂ mediante la plantación de especies forestales.

11.2.2.2. Objetivos Específicos

- Establecer una línea base de proyectos y programas forestales con miras a generar articulaciones institucionales que propendan por el incremento en el número de especies forestales en la localidad de Chapinero para la captura de CO₂
- Identificar espacios en donde realizar siembra de árboles para la captura de CO₂
- Formular estrategias y medidas dirigidas a la comunidad para resaltar el servicio ambiental del arbolado en la captura de CO₂

11.2.2.3. Actividades

- Identificación y priorización de programas y proyectos en los cuales la universidad se puede vincular.
- Formulación de estrategias de extensión para la plantación de especies forestales.

- Evaluación de la viabilidad socioeconómica de la participación de la universidad en los proyectos ambientales del Distrito relacionados con el tema de interés.
- Promoción de la participación de la comunidad Javeriana en los proyectos identificados.
- Identificación y consecución de fuentes de financiación para la participación de la universidad en los proyectos ambientales distritales

11.2.2.4. Actores del Programa

Para este proyecto los actores comprenden: La comunidad universitaria, las autoridades ambientales a cargo de los proyectos en que se participe, las organizaciones de la sociedad civil integradas y la comunidad vinculada en los proyectos.

11.2.2.5. Vigencia del Programa

Dadas las condiciones de los proyectos ambientales del Distrito, la vigencia del plan es mucho más amplia en este programa que en el programa educativo, por lo cual la vigencia dependerá del tiempo estimado para el desarrollo de los proyectos.

11.2.2.6. Responsables de la Adopción, Ejecución y control del Programa

El grupo de responsables en este programa estará conformado por integrantes de los actores participantes en los proyectos y de quienes asigne la universidad para el logro de los objetivos esperados.

11.2.2.7. Estructuración del Plan

Los objetivos y actividades que conforman el Plan se presentan sintetizados en el cuadro 2 que se presenta a continuación. Para cada objetivo se establecen parámetros como: el público al cual va dirigido el programa, los objetivos, las actividades para darle cumplimiento a cada objetivo, los indicadores de gestión, los indicadores de impacto y los responsables

Cuadro 2. Programa de Gestión Forestal como mecanismo de captura de CO₂ para la Universidad Javeriana y para el Distrito Capital.

Dirigido a	Objetivos	Actividades	Indicador de Gestión	Indicador de Impacto	Responsables
Comunidad Javeriana y Población beneficiaria de los proyectos Javerianos	Establecer una línea base de proyectos y programas forestales con miras a generar articulaciones institucionales que propendan por el incremento en el número de especies forestales en la localidad de Chapinero para la captura de CO ₂	Identificación y priorización de programas y proyectos en los cuales la universidad se puede vincular.	Línea Base local	Nivel de conocimiento de los resultados de la línea base	Delegados de la Universidad Javeriana, ONGs, Autoridades Ambientales y comunidad participante
		Evaluación de la viabilidad socioeconómica de la participación de la universidad en los proyectos ambientales del Distrito relacionados con el tema de interés.	Número de proyectos de investigación identificados para el trabajo interinstitucional	Número de proyectos en los que se trabaja	
	Identificar espacios en donde realizar siembra de árboles para la captura de CO ₂	Formulación de estrategias de extensión para la plantación de especies forestales	Número de estrategias elaboradas	Número de especies arbóreas plantadas	Delegados de la Universidad Javeriana, ONGs, Autoridades Ambientales y comunidad participante
		Identificación y consecución de fuentes de financiación para la participación de la universidad en los proyectos ambientales distritales	Fuentes de financiación identificadas	Número de fuentes participantes en la financiación de los proyectos	Delegados de la Universidad Javeriana, ONGs, Autoridades Ambientales y comunidad participante
	Formular estrategias y medidas dirigidas a la comunidad para resaltar el servicio ambiental del arbolado en la captura de CO ₂	Promoción de la participación de la comunidad Javeriana en los proyectos identificados	Comunidad identificada	Número de comunidades involucradas	Delegados de la Universidad Javeriana, ONGs, Autoridades Ambientales y comunidad participante

12. **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

La transformación y el crecimiento de la Universidad Javeriana, desde sus orígenes, ha traído consigo innumerables beneficios para la sociedad en general, pues de sus Facultades han surgido prestigiosos profesionales e innumerables proyectos en beneficio de la comunidad, no obstante, y de acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que por el movimiento de la Universidad se han generado y se generarán diariamente emisiones contaminantes a la atmosfera las cuales se deben tratar de evitar, minimizar o mitigar. Por tal motivo, la Gestión Forestal es una herramienta valiosa para dicho propósito dadas las condiciones de constante cambio en función de mejora tanto social como ambiental por las que diariamente propenden las directivas de la entidad.

Sin embargo, la gestión forestal para la captura de carbono es altamente sensible a los condicionantes económicos y al marco jurídico en el que se define. De ahí que el objetivo es lograr un equilibrio entre las emisiones y las capturas y hacer que las condiciones sean duraderas en el tiempo es necesario.

Igualmente se hace necesario elaborar un plan o una política de recambio arbóreo en donde se detallen aspectos como tamaño, diámetro, altura, desarrollo radicular, longevidad, forma, uso y tiempo de corte de las especies que se utilizarán en la resiembra cuando sea necesaria y la definición anticipada de la utilización de la madera que se obtenga. Para realizarlo es necesaria la presencia del IDEADE, para que los proyectos ambientales, tengan coherencia con las propuestas de la Universidad, ya señaladas en su misma Misión.

Al no tener claro el problema ambiental, la comunidad educativa no asume una posición más activa en el tratamiento pedagógico y práctico, sino que se limita a un comité para diversas actividades exteriores, pero no a profundizar sobre los mecanismos y herramientas válidos para resolver el problema ambiental.

En Colombia el uso de la madera está condicionada por el factor económico debido a que las grandes industrias del acero y concreto han absorbido el mercado de la construcción sin dejar espacio a tener en cuenta la madera como material alternativo para las construcciones a pesar de ser un elemento con el que se pueden construir grandes edificaciones, es económicamente más rentable y más amigable con el ambiente.

Dadas las condiciones del área del campus universitario y con base en los resultados del número de individuos arbóreos necesarios para capturar las emisiones que la comunidad Javeriana ha tenido se debe pensar en buscar otras alternativas de espacio distintas al campus universitario para siembras intensivas de árboles que capturen y fijen el CO₂

13. CONCLUSIONES

- Los cambios en la calidad del aire cuando se implementen especies forestales que capturen mayor carbono beneficiarán a la comunidad en general, pero se debe hacer una elección adecuada de especies teniendo en cuenta que sean preferiblemente de rápido crecimiento y que además su madera se pueda utilizar en la construcción de diversos elementos para el servicio de la comunidad que sean de larga vida útil con lo que se garantiza que la re-emisión de CO₂ a la atmósfera sea lo más tardía posible.
- El reemplazo de partes de los materiales en que están elaborados la mayoría de los elementos del mobiliario Urbano con que cuenta la Universidad, es una solución factible para mitigar las concentraciones de CO₂ pero no es suficiente ya que las emisiones generadas por el número de personas y las actividades que se requieren para el funcionamiento de la universidad, son mayores que las capturas que se fijan con la construcción del mobiliario en madera, por lo tanto se hace necesario buscar alternativas que compensen dichas emisiones buscando una tendencia a la baja.
- El arbolado urbano crece pero finalmente se estaciona debido al incremento de la biomasa corporal convertida a carbono con lo que las capturas disminuyen, lo contrario ocurre con las emisiones ya que son constantes y aumentan con el tiempo, se debe buscar que el arbolado tenga un permanente almacenamiento ya sea por el incremento de la biomasa o por la elaboración de productos de la madera con larga vida útil.
- A pesar de que se implementen programas con miras a la reducción de las emisiones la única alternativa segura y viable a corto y mediano plazo por parte de la Universidad Javeriana para capturar emisiones de CO₂ es mediante la plantación de forestales
- Teniendo en cuenta que la cantidad de mobiliario que está dispuesto no es un número relativamente considerable se concluye que es necesario adoptar nuevos diseños que permitan una mayor utilización de materiales como la madera para fijar el CO₂ y menos metales y concreto para disminuir las emisiones

- Los proyectos ambientales que desarrolla la Universidad Javeriana, se encuentran desligados de los Proyectos ambientales del Distrito, ocasionando una ruptura con los planes y proyectos del Distrito y un aislamiento de la propuesta ambiental para Bogotá.
- Pese a que las Universidades deben tener su propio Proyecto Ambiental Universitario, la Universidad Javeriana no ha desarrollado ésta figura jurídica, sino que ha asumido la propuesta desde la Vicerrectoría Académica.
- A pesar que la Universidad Javeriana no cuenta con un Plan de Gestión Ambiental, existe interés por un Proyecto Ambiental Universitario vinculante con la comunidad Javeriana.

14. **RECOMENDACIONES**

1. Introducir dentro de la política Ambiental de la Universidad Javeriana la utilización de los terrenos de propiedad de la Universidad distintos al campus universitario para la siembra de especies maderables de vida corta y la utilización de esta madera en obras dentro de la universidad como fuera de ella.
2. Implementar actividades entre la población Javeriana que propendan por la cultura de ahorro energético y actividades menos contaminantes que disminuyan las emisiones de Carbono tanto en el Campus Universitario como fuera de él.
3. Reducir la utilización de materiales altamente contaminantes como los son el concreto, acero y hierro en la construcción de mobiliario urbano o en elementos accesorios dentro de la universidad.
4. Incrementar la utilización de madera en las construcciones que se realizan en la universidad agregando nuevos diseños que incluyan este material tanto en espacios interiores (oficinas, salones de clase, auditorios, etc.) como en espacios exteriores (corredores, pasillos, plazoletas), con lo cual se puede lograr la captura de carbono además de embellecer las áreas de descanso de la comunidad Javeriana contribuyendo a un ambiente más sano y a tener dentro y fuera de la universidad una mejor calidad de vida.
5. Retomar las herramientas utilizadas por el Distrito a través de los Proyectos Ambientales, para enriquecer las que están siendo utilizadas. Al asumir este enfoque, se logrará articular la Universidad con la Capital, y, en consecuencia, habrá un encuentro de saberes y de prácticas que redundarán en una propuesta regional que baje los actuales niveles de contaminación.
6. Impulsar la creación del Proyecto Ambiental Universitario de la Universidad Javeriana (PRAU-UNIVERSIDAD JAVERIANA), en donde esté relacionado con la estructura actual que tiene la Universidad con respecto al medio ambiente. (Vicerrectoría Académica e IDEADE)

BIBLIOGRAFÍA

- ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES. GTZ. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (GTZ) GMBH. Inventario preliminar de gases de efecto invernadero. Fuentes y sumideros: Colombia 1990.
- AMÉZQUITA MARÍA CRISTINA, MURGUEITIO R. ENRIQUE, CUARTAS CÉSAR AUGUSTO, GÓMEZ MARÍA ELENA. Almacenamiento de Carbono en Ecosistemas Terrestres para mitigar el Cambio Climático Global. Red de investigación para evaluar la capacidad de captura de carbono de sistemas de pasturas, agro pastoriles y agro silvopastoriles en sub-ecosistemas del Bosque Tropical de América. Cooperación Holandesa CO-010402. ISBN 958-9386-49-0. Impresión Feriva S.A.
- .COLOMBIA,. MESA AMBIENTAL REGIONAL BOGOTÁ-CUNDINAMARCA. Agenda ambiental para la región Bogotá-Cundinamarca. Marzo 31 de 2006. Tomado el 21 de diciembre de 2009.
- CUARTAS CHACÓN, CARLOS JULIO. Relieves. V Centenario Natalicio San Francisco Javier. 75 años Restablecimiento Universidad Javeriana. Bogotá, Marzo de 2006. Javegraf. ISBN 958-683-855-2
- DOMÍNGUEZ, SUSANA y MARTÍNEZ EZEQUIEL. SDL, INV. Y DIVULG. DEL M.A. AITIM. Árboles con historia. Primera parte de una serie de entregas sobre los principales árboles españoles. Boletín de información técnica No. 215 Enero – Febrero de 2002
- DOMÍNGUEZ, SUSANA y MARTÍNEZ EZEQUIEL. SDL, INV. Y DIVULG. DEL M.A. AITIM. Árboles con historia. Segunda parte de una serie de entregas sobre los principales árboles españoles. Boletín de información Técnica No. 216 Marzo – Abril de 2002
- .Facultad de Ciencias Económicas, Programa de Economía, Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano UNITROPICO. Yopal, Casanare.

- GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO. Tecnologías, Políticas y Medidas para mitigar el Cambio Climático. Documento Técnico del IPCC.. Noviembre de 1996
- INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ, DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE, UNIÓN TEMPORAL CORPORACIÓN PROPUESTA AMBIENTAL Y FONSECA ZARATE, CARLOS HILDEBRANDO. Guía de Lineamientos Ambientales para el diseño de proyectos de Infraestructura en Bogotá. (Contrato de consultoría No. 522 de 2001). Somos Impresos Editores, Ltda., Bogotá, D.C. Agosto de 2003.
- JARAMILLO MAURICIO, NÚÑEZ CABRERA MARÍA, OCAMPO DUQUE WILLIAM, PÉREZ RUÍZ DIEGO DARÍO, PORTILLA GLORIA. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuentes puntuales en la zona Cali-Yumbo (Colombia).. Grupo de Producción Más Limpia. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Cali (Colombia). Revista Ingeniería & Desarrollo. Número 17. Enero-Junio de 2005
- LEE PINTO GLENDA AMARILIS. Estudio Preliminar para la Estimación de Biomasa y Cuantificación de Carbono para Vochysia guatemalensis, Calophyllum brasiliense y Cybistax donnellsmithii en bosques de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Guatemala. Febrero de 2002
- MORALES S. LEÓN, VARÓN P., TERESITA. Árboles Ornamentales del Valle de Aburrá. Elementos de manejo. Multigráficas Ltda. Medellín, Colombia. Noviembre de 2006
- . OPAZO, G. Mario Omar. Gestión Ambiental. Red de Desarrollo Sostenible. Comunidad Gestión Ambiental.
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Boletín Estadístico Año 2007. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Julio de 2008.
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Hoy en la Javeriana. Red Oficial 602. Año XII No. 550, Octubre 23 de 1974
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Hoy en la Javeriana. Red Oficial 602. Año XIII No. 554, Diciembre 1 de 1974
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Hoy en la Javeriana. Red Oficial 602. Año XIV No. 550, Octubre de 1974

- PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Hoy en la Javeriana. Red Oficial 602. Año XII No. 579, Septiembre 24 de 1975
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Hoy en la Javeriana. Red Oficial 602. Año XIV No. 563, Marzo 5 de 1974
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Hoy en la Javeriana. Red Oficial 602. Año XV No. 606, Octubre 27 de 1976
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Hoy en la Javeriana. Red Oficial 602. Año XVI No. 614, Marzo 8 de 1977
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Hoy en la Javeriana. Red Oficial 602. Año XXX No. 1122. ISSN 0121-6023
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Revista Universitas. Apuntes, Hoy en la Javeriana. 1974
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Datos sobre la Universidad para uso de los Directores de propaganda. Ed. PAX. Bogotá, 1944
- REMACHA GETE ANDRES. Agentes bióticos del reino animal que atacan la madera. Universidad Politecnica de Madrid
- SAN CLEMENTE, HOLBER y CAMACHO ATALAYA, ANTONIO. Apuntes sobre la madera en Colombia. Entrevistas con los Ingenieros Primitivo Briceño, Fernando Basurco y Fernando Nicolás Puiggari

INFOGRAFÍA

1.

[www.http:///aplicaciones.medioambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/file/03_07_captura_carbono_sintesis_ejecutiva.pdf](http://www.aplicaciones.medioambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/file/03_07_captura_carbono_sintesis_ejecutiva.pdf) MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO MEDIANTE LA CAPTURA DE CARBONO. SÍNTESIS EJECUTIVA. GRUPO ARRAYANES. CAPTURA DE CARBONO. INFO FINAL. MARZO 2006. JULIO GARCÍA VELASCO.

2.

<http://www.dossierpolitico.com/vernoticiasanteriores.php?artid=32181&relacion=dossierpolitico>. Bonos de Carbono, indulgencia ambiental. Febrero 1 de 2008.

3. <http://arquitecturaenconstrucción.blogspot.com/2007/10/concreto-contaminante.html>

4. Ingeterra – Gestión ambiental en Colombia – 05/03/2009 – <http://ingeterra.espacioblog.com/post/2009/03/05/gestion-ambiental-colombia> <http://ingeterra.espacioblog.com/post/2009/03/05/gestion-ambiental-colombia>

5. COLOMBIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, CENTRO VIRTUAL DE NOTICIAS. Proyecto de Educación Ambiental y Biodiversidad – Colombia. 2006. <http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/article-119002.html>. Tomado el 22 dic/2009

5. ORBITA VERDE. ISO 14001: Beneficios de los sistemas de gestión ambiental. <http://www.orbitaverde.com/iso-14001-beneficios-sistemas-gestion-ambiental-8939>

ANEXOS

Anexo A. PROYECCIONES DE EMISIONES DE CO₂ PARA COLOMBIA SEGÚN WORLD RESOURCE INSTITUTE (AÑOS 1950 – 2008) Y SEGÚN CÁLCULO DE HUELLA ECOLÓGICA (AÑOS 1930 – 1949)

Año	Tonelada CO₂ Persona Colombiana
1930	0,4
1931	0,5
1932	0,7
1933	0,4
1934	0,7
1935	0,5
1936	0,5
1937	0,5
1938	0,6
1939	0,6
1940	0,6
1941	0,7
1942	0,5
1943	0,5
1944	0,5
1945	0,6
1946	0,5
1947	0,7
1948	0,7
1949	0,6
1950	0,62
1951	0,66
1952	0,67
1953	0,82
1954	0,72
1955	0,86
1956	0,88
1957	0,93
1958	0,92
1959	1,03
1960	1,02

1961	1,09
1962	1,14
1963	1,2
1964	1,19
1965	1,22
1966	1,22
1967	1,24
1968	1,3
1969	1,33
1970	1,2
1971	1,23
1972	1,28
1973	1,31
1974	1,4
1975	1,32
1976	1,38
1977	1,38
1978	1,39
1979	1,29
1980	1,48
1981	1,48
1982	1,48
1983	1,5
1984	1,51
1985	1,48
1986	1,5
1987	1,51
1988	0,51
1989	1,47
1990	1,5
1991	1,51
1992	1,6
1993	1,63
1994	1,64
1995	1,66
1996	1,65
1997	1,68
1998	1,76

1999	1,49
2000	1,52
2001	1,46
2002	1,36
2003	1,43
2004	1,39
2005	1,5
2006	1,6
2007	1,6
2008	1,8

**Anexo B. PROYECCIONES DE POBLACIÓN DE LA PONTIFICIA
UNIVERSIDAD JAVERIANA AÑOS 1930 A 2008**

Año	Estudiantes	Profesores	Personal	Total Población Javeriana/Año
1930	93	15	20	128
1931	93	15	20	128
1932	114	23	26	163
1933	135	31	33	199
1934	207	39	42	288
1935	255	47	50	352
1936	279	55	53	387
1937	303	63	55	421
1938	307	63	55	425
1939	310	65	57	432
1940	311	65	57	433
1941	420	80	82	582
1942	642	129	103	874
1943	618	149	110	877
1944	889	165	180	1.234
1945	1.219	192	210	1.621
1946	1.525	219	260	2.004
1947	1.855	246	280	2.381
1948	2.185	273	290	2.748
1949	2.515	300	310	3.125
1950	2.555	327	310	3.192
1951	2.695	354	320	3.369
1952	2.835	381	325	3.541
1953	2.979	408	330	3.717
1954	3.214	435	350	3.999
1955	3.264	462	355	4.081
1956	3.408	489	390	4.287
1957	3.444	500	395	4.339
1958	3.784	626	405	4.815
1959	3.950	616	415	4.981
1960	3.980	641	420	5.041
1961	3.995	648	425	5.068
1962	4.000	655	425	5.080

1963	4.005	662	425	5.092
1964	4.027	669	430	5.126
1965	4.039	676	440	5.155
1966	4.060	680	442	5.182
1967	4.025	670	442	5.137
1968	4.556	740	510	5.806
1969	4.816	800	550	6.166
1970	5.461	860	590	6.911
1971	6.036	920	630	7.586
1972	6.367	980	670	8.017
1973	8.123	1.040	690	9.853
1974	10.564	1.100	700	12.364
1975	9.951	1.160	705	11.816
1976	13.606	1.280	710	15.596
1977	13.858	1.340	690	15.888
1978	14.060	1.400	710	16.170
1979	14.626	1.520	730	16.876
1980	14.452	1.500	740	16.692
1981	14.632	1.525	750	16.907
1982	14.852	1.608	755	17.215
1983	15.008	1.168	730	16.906
1984	15.210	1.228	750	17.188
1985	15.412	1.288	790	17.490
1986	15.614	1.348	795	17.757
1987	15.816	1.428	814	18.058
1988	16.216	1.588	813	18.617
1989	16.634	2.002	819	19.455
1990	17.934	2.028	825	20.787
1991	18.424	2.035	878	21.337
1992	18.909	2.040	931	21.880
1993	20.200	2.042	984	23.226
1994	21.491	2.055	1.037	24.583
1995	22.783	2.080	1.090	25.953
1996	22.854	2.104	1.143	26.101
1997	22.925	2.184	1.170	26.279
1998	33.385	2.264	1.196	36.845
1999	33.904	2.425	1.285	37.614
2000	34.304	2.586	1.336	38.226

2001	34.978	2.747	1.387	39.112
2002	36.849	2.908	1.438	41.195
2003	38.970	3.069	1.489	43.528
2004	40.849	3.379	1.487	45.715
2005	42.840	3.335	1.518	47.693
2006	43.644	3.541	1.622	48.807
2007	43.509	3.628	1.650	48.787
2008	40.855	3.715	1.678	46.248
TOTALES	934.011	90.121	49.122	1.073.254

Anexo C. TABLA BASE PARA CÁLCULOS DE EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) POR LA POBLACIÓN DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA AÑOS 1930 A 2008

Año	Estudiantes	Profesores	Personal	Total Población PUI/Año	Tasa CO₂ Persona /Año	Tasa CO₂ Población Javeriana/Año	Total Tasa C Población Javeriana
1930	93	15	20	128	0,4	51,2	13,96
1931	93	15	20	128	0,5	64	17,45
1932	114	23	26	163	0,7	114,1	31,11
1933	135	31	33	199	0,4	79,6	21,70
1934	207	39	42	288	0,7	201,6	54,98
1935	255	47	50	352	0,5	176	48
1936	279	55	53	387	0,5	193,5	52,77
1937	303	63	55	421	0,5	210,5	57,40
1938	307	63	55	425	0,6	255	69,54
1939	310	65	57	432	0,6	259,2	70,69
1940	311	65	57	433	0,6	259,8	70,85
1941	420	80	82	582	0,7	407,4	111,10
1942	642	129	103	874	0,5	437	119,18
1943	618	149	110	877	0,5	438,5	119,59
1944	889	165	180	1.234	0,5	617	168,27
1945	1.219	192	210	1.621	0,6	972,6	265,25
1946	1.525	219	260	2.004	0,5	1.002	273,27
1947	1.855	246	280	2.381	0,7	1.666,7	454,55
1948	2.185	273	290	2.748	0,7	1.923,6	524,61
1949	2.515	300	310	3.125	0,6	1875	511,36
1950	2.555	327	310	3.192	0,62	1.979,04	539,73
1951	2.695	354	320	3.369	0,66	2.223,54	606,42
1952	2.835	381	325	3.541	0,67	2.372,47	647,03

1953	2.979	408	330	3.717	0,82	3.047,94	831,25
1954	3.214	435	350	3.999	0,72	2.879,28	785,25
1955	3.264	462	355	4.081	0,86	3.509,66	957,18
1956	3.408	489	390	4.287	0,88	3.772,56	1.028,88
1957	3.444	500	395	4.339	0,93	4.035,27	1.100,52
1958	3.784	626	405	4.815	0,92	4.429,8	1.208,12
1959	3.950	616	415	4.981	1,03	5.130,43	1.399,20
1960	3.980	641	420	5.041	1,02	5.141,82	1.402,31
1961	3.995	648	425	5.068	1,09	5.524,12	1.506,57
1962	4.000	655	425	5.080	1,14	5.791,2	1.579,41
1963	4.005	662	425	5.092	1,2	6.110,4	1.666,47
1964	4.027	669	430	5.126	1,19	6.099,94	1.663,62
1965	4.039	676	440	5.155	1,22	6.289,1	1.715,20
1966	4.060	680	442	5.182	1,22	6.322,04	1.724,19
1967	4.025	670	442	5.137	1,24	6.369,88	1.737,24
1968	4.556	740	510	5.806	1,3	7.547,8	2.058,49
1969	4.816	800	550	6.166	1,33	8.200,78	2.236,57
1970	5.461	860	590	6.911	1,2	8.293,2	2.261,78
1971	6.036	920	630	7.586	1,23	9.330,78	2.544,75
1972	6.367	980	670	8.017	1,28	10.261,76	2.798,66
1973	8.123	1.040	690	9.853	1,31	12.907,43	3.520,20
1974	10.564	1.100	700	12.364	1,4	17.309,6	4.720,8
1975	9.951	1.160	705	11.816	1,32	15.597,12	4.253,76
1976	13.606	1.280	710	15.596	1,38	21.522,48	5.869,76
1977	13.858	1.340	690	15.888	1,38	21.925,44	5.979,66
1978	14.060	1.400	710	16.170	1,39	22.476,3	6.129,9

1979	14.626	1.520	730	16.876	1,29	21.770,04	5.937,28
1980	14.452	1.500	740	16.692	1,48	24.704,16	6.737,49
1981	14.632	1.525	750	16.907	1,48	25.022,36	6.824,28
1982	14.852	1.608	755	17.215	1,48	25.478,2	6.948,6
1983	15.008	1.168	730	16.906	1,5	25.359	6.916,09
1984	15.210	1.228	750	17.188	1,51	25.953,88	7.078,33
1985	15.412	1.288	790	17.490	1,48	25.885,2	7.059,6
1986	15.614	1.348	795	17.757	1,5	26.635,5	7.264,22
1987	15.816	1.428	814	18.058	1,51	27.267,58	7.436,61
1988	16.216	1.588	813	18.617	0,51	9.494,67	2.589,45
1989	16.634	2.002	819	19.455	1,47	28.598,85	7.799,68
1990	17.934	2.028	825	20.787	1,5	31.180,5	8.503,77
1991	18.424	2.035	878	21.337	1,51	32.218,87	8.786,96
1992	18.909	2.040	931	21.880	1,6	35.008	9.547,63
1993	20.200	2.042	984	23.226	1,63	37.858,38	10.325,01
1994	21.491	2.055	1.037	24.583	1,64	40.316,12	10.995,30
1995	22.783	2.080	1.090	25.953	1,66	43.081,98	11.749,63
1996	22.854	2.104	1.143	26.101	1,65	43.066,65	11.745,45
1997	22.925	2.184	1.170	26.279	1,68	44.148,72	12.040,56
1998	33.385	2.264	1.196	36.845	1,76	64.847,2	17.685,6
1999	33.904	2.425	1.285	37.614	1,49	56.044,86	15.284,96
2000	34.304	2.586	1.336	38.226	1,52	58.103,52	15.846,41
2001	34.978	2.747	1.387	39.112	1,46	57.103,52	15.573,68
2002	36.849	2.908	1.438	41.195	1,36	56.025,2	15.279,6
2003	38.970	3.069	1.489	43.528	1,43	62.245,04	16.975,92
2004	40.849	3.379	1.487	45.715	1,39	63.543,85	17.330,14

2005	42.840	3.335	1.518	47.693	1,5	71.539,5	19.510,77
2006	43.644	3.541	1.622	48.807	1,6	78.091,2	21.297,6
2007	43.509	3.628	1.650	48.787	1,6	78.059,2	21.288,87
2008	40.855	3.715	1.678	46.248	1,8	83.246,4	22.703,56
TOTALES	934.011	90.121	49.122	1.073.254		1.549.503,63	422.591,89

**Anexo D. ÁREAS DE LAS EDIFICACIONES QUE COMPONEN EL
CAMPUS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.**

FECHA DE CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO	NOMBRE DE LA CONSTRUCCIÓN	ÁREA CONSTRUIDA (m²)
1957	CARLOS ARBELAEZ CAMACHO	675
1957	EMILIO ARANGO	8.149,1
1958	JULIO CARRIZOSA	1.528,5
1958	CARLOS ORTIZ S.J.	5.400
1965	PABLO VI	2.428,9
1971	DIRECCION ADMINISTRATIVA	3.479,3
1974	JOSE CELESTINO ANDRADE S.J.	1.228,3
1975	CAFETERIA CENTRAL *	451,4
1978	TALLERES DE ARQUITECTURA	1.237,7
1978	JESUS MARIA FERNANDEZ S.J.	8.920,5
1979	FÉLIX RESTREPO S.J. *	3.819
1980	CAFETERIA ARQUITECTURA *	18,54
1980	TALLER DE DISEÑO INDUSTRIAL	910,3
1982	CAPILLA NUESTRA SEÑORA DEL CAMINO	85
1983	SAN FRANCISCO JAVIER	757
1984	ANGEL VALTIERRA S.J.	3.159
1984	OFICINA DE VIGILANCIA *	32
1985	URGENCIAS HOSPITAL SAN IGNACIO * ◇	4.958
1985	CANCHA DE FUTBOL *	8.676,8
1986	SALÓN MÚLTIPLE FELIX RESTREPO S.J. *	91,4
1986	FACULTAD DE ARTES ALA ORIENTAL *	240,4
1987	HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN IGNACIO	25.224,5
1987	CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS	1.654,3
1987	JOSÉ DEL CARMEN ACOSTA	4.784
1987	NÉSTOR SANTACOLOMA	1.518,2
1987	RAFAEL BARRIENTOS CONTO	2.982,6
1987	INSTITUTO DE GENÉTICA HUMANA	693,4
1988	PENSAR CASA NAVARRO	577,7
1989	CENTRO DE EDUCACION CONTINUADA	1.067,9
1989	LUIS FELIPE SILVA GARAVITO *	676
1990	BIOTERIO	282,6
1990	GALPÓN TALLERES DE ARTES * ◇	4.958
1990	SALA ALEJANDRO NOVOA *	334,8
1991	JOSE GABRIEL MALDONADO S.J.	9.791,2
1991	JESUS EMILIO RAMÍREZ	5.576,4

1991	GABRIEL GIRALDO S.J.	9.873,3
1996	SALONES DE MUSICA	236
1997	FERNANDO BARON S.J.	9870
1998	LORENZO URIBE S.J.	1.708,8
1998	DON GUILLERMO CASTRO (PARQUEADEROS)	41.054,8
2000	CENTRO JAVERIANO DE FORMACIÓN DEPORTIVA	4.548,7
2000	PEDRO ARRUPE S.J.	6211
2000	LEOPOLDO ROTHER *	1.141,7
2001	JOSE RAFAEL ARBOLEDA (NEUROLOGICO)	10.631
2001	FACULTAD DE ODONTOLOGÍA * ◇	4.958
2004	MANUEL BRICEÑO JÁUREGUI S.J. ◇	4.958
2006	COMUNIDAD JESUITA	4.114,8
	PLAZOLETAS	7.4438

* No se encontró el año de construcción

◇ Se desconoce el área total de construcción por lo que se sacó un promedio de áreas

Anexo E. TABLA BASE DE CÁLCULOS DE EMISIONES DE CO₂ y C POR LOS MATERIALES DE

CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA FÍSICA DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.

Fecha de Construcción	Nombre de la Construcción	Área Construida (m ²)	Ton. Concreto	Ton. Hierro	Ton. Acero	Ton. CO ₂ Concreto	Ton. CO ₂ Hierro	Ton. CO ₂ Acero	Emisiones Totales (Ton) CO ₂	Emisiones Totales (Ton) C
1957	CARLOS ARBELAEZ CAMACHO	675,0	768,8	23,3	35,5	768,8	15,6	235,6	1.020,1	278,1
1957	EMILIO ARANGO	8149,1	9.280,4	281,8	428,9	9.280,4	188,8	2.844,1	12.313,4	3.358,2
1958	JULIO CARRIZOSA	1528,5	1.740,8	52,8	80,4	1.740,8	35,4	533,4	2.309,7	629,9
1958	CARLOS ORTIZ S.J.	5.400	6.149,6	186,7	284,2	6.149,6	125,1	1.884,6	8.159,4	2.225,3
1965	PABLO VI	2.428,9	2.766,1	84	127,8	2.766,1	56,2	847,71	3.670,1	1.000,9
1971	DIRECCION ADMINISTRATIVA	3.479,3	3.962,3	120,3	183,1	3.962,3	80,6	1.214,3	5.257,2	1.433,8
1974	JOSE CELESTINO ANDRADE S.J.	1.228,3	1.398,8	42,4	64,6	1.398,8	28,4	428,7	1.856	506,1
1975	CAFETERIA CENTRAL *	451,4	514,1	15,6	23,7	514,1	10,4	157,5	682,1	186
1978	TALLERES DE ARQUITECTURA	1.237,7	1.409,5	42,8	65,1	1.409,5	28,6	431,9	1.870,2	510
1978	JESUS MARIA FERNANDEZ S.J.	8.920,5	10.159	308,5	469,5	10.159	206,7	3.113,3	13.479,1	3.676,1
1979	FÉLIX RESTREPO S.J. *	3.819	4.349,2	132	201,0	4.349,2	88,5	1.332,9	5.770,6	1.573,8
1980	CAFETERIA ARQUITECTURA *	18,5	21,1	0,6	0,9	21,1	0,4	6,4	28,01	7,6
1980	TALLER DE DISEÑO INDUSTRIAL	910,3	1.036,6	31,4	47,9	1.036,6	21	317,7	1.375,4	375,1
1982	CAPILLA NUESTRA SEÑORA DEL CAMINO	85	96,8	2,9	4,4	96,8	1,9	29,6	128,4	35
1983	SAN FRANCISCO JAVIER	757,0	862,1	26,1	39,8	862,1	17,5	264,2	1.143,8	311,9
1984	ANGEL VALTIERRA S.J.	3.159	3.597,5	109,2	166,2	3.597,5	73,2	1.102,5	4.773,2	1.301,8
1984	OFICINA DE VIGILANCIA *	32	36,4	1,1	1,6	36,4	0,7	11,1	48,3	13,1
1985	URGENCIAS HOSPITAL SAN IGNACIO * ◇	4.958	5.646,3	171,4	260,9	5.646,3	114,9	1.730,4	7.491,5	2.043,1
1985	CANCHA DE FUTBOL *	8.676,8	9.881,4	300,1	456,7	9.881,4	201	3.028,3	13.110,7	3.575,6
1986	SALÓN MÚLTIPLE FELIX RESTREPO S.J.	91,4	104	3,1	4,8	104,08	2,1	31,8	138,1	37,6

	*									
1986	FACULTAD DE ARTES ALA ORIENTAL *	240,4	273,8	8,3	12,6	273,8	5,5	83,9	363,3	99,1
1987	HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN IGNACIO	25.224,5	28726,3	872,5	1.327,8	28.726,3	584,5	8.803,5	38.114,4	10.394,8
1987	CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS	1.654,3	1883,9	57,2	87,1	1.883,9	38,3	577,3	2.499,7	681,7
1987	JOSÉ DEL CARMEN ACOSTA	4.784,0	5448,2	165,4	251,8	5.448,2	110,8	1.669,7	7.228,7	1.971,4
1987	NÉSTOR SANTACOLOMA	1.518,2	1729	52,5	79,9	1729	35,1	529,8	2.294,1	625,6
1987	RAFAEL BARRIENTOS CONTO	2.982,6	3396,6	103,1	157	3.396,6	69,1	1.041	4.506,7	1.229,1
1987	INSTITUTO DE GENÉTICA HUMANA	693,4	789,7	23,9	36,5	789,7	16	242	1.047,8	285,7
1988	PENSAR CASA NAVARRO	577,7	657,9	19,9	30,4	657,9	13,3	201,6	873	238
1989	CENTRO DE EDUCACION CONTINUADA	1.067,9	1216,2	36,9	56,2	1.216,2	24,7	372,7	1.613,6	440
1989	LUIS FELIPE SILVA GARAVITO *	676	769,8	23,3	35,5	769,8	15,6	235,9	1.021,4	278,5
1990	BIOTERIO	282,6	321,8	9,7	14,8	321,8	6,5	98,6	427	116,4
1990	GALPÓN TALLERES DE ARTES * ◇	4.958	5646,3	171,4	260,9	5.646,3	114,9	1.730,4	7.491,5	2.043,1
1990	SALA ALEJANDRO NOVOA *	334,8	381,2	11,5	17,6	381,2	7,7	116,8	505,8	137,9
1991	JOSE GABRIEL MALDONADO S.J.	9.791,2	11150,5	338,6	515,4	11.150,5	226,9	3.417,2	14.794,6	4.034,9
1991	JESUS EMILIO RAMIREZ	5.576,4	6350,6	192,8	293,5	6.350,6	129,2	1.946,2	8.426	2298
1991	GABRIEL GIRALDO S.J.	9.873,3	11243,9	341,5	519,7	11.243,9	228,8	3.445,8	14.918,6	4.068,7
1996	SALONES DE MUSICA	236	268,7	8,1	12,4	268,7	5,4	82,3	356,6	97,2
1997	FERNANDO BARON S.J.	9.870	11240,2	341,3	519,5	11.240,2	228,7	3.444,7	14.913,6	4.067,3
1998	LORENZO URIBE S.J.	1.708,8	1946	59,1	89,9	1.946	39,6	596,4	2.582	704,2
1998	DON GUILLERMO CASTRO (PARQUEADEROS)	41.054,8	12268	672	432	12.268	450,2	2.864,2	15.582,4	4.249,7
2000	CENTRO JAVERIANO DE FORMACIÓN DEPORTIVA	4.548,7	5868	157,3	206	5.868	105,4	1.365,8	7.339,1	2.001,5
2000	PEDRO ARRUPE S.J.	6.211	5107	276	326,9	5.107	184,9	2.167,7	7.459,5	2.034,4
2000	LEOPOLDO ROTHER *	1.141,7	1300,2	39,4	60,1	1.300,2	26,4	398,4	1.725,2	470,5
2001	JOSE RAFAEL ARBOLEDA (NEUROLOGICO)	10.631	12106,9	367,7	559,6	12.106,9	246,3	3.710,3	16.063,5	4.380,9

2001	FACULTAD DE ODONTOLOGÍA * ◇	4.958	5646,3	171,4	260,9	5.646,3	114,9	1.730,4	7.491,5	2.043,1
2004	MANUEL BRICEÑO JÁUREGUI S.J. ◇	4.958	5.452	74	291	5452	49,5	1.929,3	7.430,9	2.026,6
2006	COMUNIDAD JESUITA	4.114,8	6.159	142,3	286	6.159	95,3	1.896,2	8.150,5	2.222,8
	PLAZOLETAS	74.438	40.196,5	14,58	0	40.196,5	9,7	0	40.206,2	10.965,3
TOTAL			251.327,2	6.690,2	9.690	251.327,2	4.482,4	64.245	320.054,7	87.287,6

**Anexo F. DESPIECE DE LOS ELEMENTOS DEL MOBILIARIO
URBANO ENCONTRADO EN EL CAMPUS DE LA PONTIFICIA
UNIVERSIDAD JAVERIANA**

Para conocer la cantidad de concreto, hierro y acero que componen cada elemento del mobiliario se realizaron cálculos de acuerdo a las formas geométricas que componen cada elemento.

De acuerdo a asesorías realizadas por ingenieros civiles conocedores del tema se estimó que normalmente en la construcción de un elemento de mobiliario urbano el 20% del total de su estructura lo compone el hierro, por lo tanto con una regla de tres simple se determinaron las cantidades de hierro contenidas en cada elemento.

1. Bolardo Concreto M-60

Determinación del volumen total del elemento.

V1 Esfera

V2 y V3 Cilindro

$$V1 = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$V1 = \frac{4}{3} (3.1416) * (0.12)^3$$

$$V1 = 0.0072$$

$$V_{\frac{1}{2}\text{esfera}} = 0.0036 \text{ m}^3$$

$$V2 = \pi r^2 h$$

$$V2 = 3.1416 * (0.1)^2 * 0.04$$

$$V2 = 0.0012 \text{ m}^3$$

$$V3 = 3.1416 * (0.12)^2 * 0.36$$

$$V3 = 0.0162 \text{ m}^3$$

$$VT = V1 + V2 + V3$$

$$VT = 0.0036 + 0.0012 + 0.162$$

$$VT = 0.021 \text{ m}^3$$

Determinación de volúmenes de materiales

Volumen Hierro. Si $0.021 \text{ m}^3 \rightarrow 100\%$

$$X \rightarrow 20\%$$

$$X = 0.021 * 20 / 100$$

Volumen Hierro. $X = 0.0042 \text{ m}^3$ Hierro

Volumen Concreto= VT- Volumen Hierro

Volumen Concreto= $0.021 \text{ m}^3 - 0.0042 \text{ m}^3$

Volumen Concreto= 0.0168 m^3

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

Para el Hierro.

Densidad (σ) Hierro= 7.840 Kg/ m^3

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 0.0042 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Hierro} = 0.032928 \text{ Kg Hierro} \rightarrow \underline{\underline{0.0000329 \text{ Ton. Hierro}}}$$

Para el concreto.

Densidad (σ) concreto= 2.4 Ton/ m^3

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ concreto} = 2.4 \text{ Ton/m}^3 * 0.0168 \text{ m}^3$$

$$m \text{ concreto} = \underline{\underline{0.04032 \text{ Ton. Concreto}}}$$

2. Bolardo Ovalado.

Determinación del volumen total del elemento.

Circunferencia= $2\pi r$

$$94\text{cm} = 2\pi r$$

$$r = 94\text{cm} / 2(3.1416)$$

$$r = 14.96 \text{ cm}$$

Área elipse = πab

$$\text{Área} = 3.1416 \cdot (20 \text{ cm}) \cdot (14.96)$$

$$\text{Área} = 939.96 \text{ cm}^2$$

$$\text{Volumen} = 939.96\text{cm}^2 \cdot 14.96\text{cm}$$

$$\text{Volumen} = 14061.9 \text{ cm}^3 \rightarrow 0.014 \text{ m}^3$$

Determinación de volúmenes de materiales

Volumen Hierro. Si $0.014 \text{ m}^3 \rightarrow 100\%$

$$X \rightarrow 20\%$$

$$X = 0.014 \cdot 20 / 100$$

Volumen Hierro. $X = 0.0028 \text{ m}^3$ Hierro

Volumen Concreto = V_T - Volumen Hierro

$$\text{Volumen Concreto} = 0.014 \text{ m}^3 - 0.0028 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Concreto} = 0.0112 \text{ m}^3$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma \cdot V$

Para el Hierro.

$$\text{Densidad } (\sigma) \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3$$

$$m = \sigma \cdot V$$

$$m \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3 \cdot 0.0028 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Hierro} = 0.021952 \text{ Kg Hierro} \rightarrow \underline{\underline{0.00002 \text{ Ton. Hierro}}}$$

Para el concreto.

$$\text{Densidad } (\sigma) \text{ concreto} = 2.4 \text{ Ton/ m}^3$$

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ concreto} = 2.4 \text{ Ton/m}^3 * 0.0112 \text{ m}^3$$

$$m \text{ concreto} = \underline{\underline{0.02688 \text{ Ton. Concreto}}}$$

3. Bolardo bajo hierro M-62

Determinación del volumen total del elemento.

$$V = \pi [r^2 + rR + R^2] * h / 3$$

$$V = 3.1416 [(0.120)^2 + (0.120 * 0.240) + (0.240)^2] * 0.3 / 3$$

$$V = 3.1416 (0.0144 + 0.0288 + 0.0576) * 0.3 / 3$$

$$V = 3.1416 (0.1008) * 0.3 / 3$$

$$V = 0.031667 \text{ m}^3$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

$$\text{Densidad } (\sigma) \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3$$

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 0.031667 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Hierro} = 0.02482 \text{ Kg Hierro} \rightarrow 0.000248 \text{ Ton. Hierro}$$

4. Banca Concreto Modular M-40

Determinación del volumen total del elemento.

$$A_{\text{Trapezio}} = [(b1 + b2) / 2] h$$

$$A_{\text{Trapezio}} = [(0.41 + 0.54) / 2] * 0.56$$

$$A_{\text{Trapezio}} = (0.475) * 0.56$$

$$A_{\text{Trapezio}} = 0.266 \text{ m}^2$$

$$V1 = (A_{\text{Trapezio}} * 0.20)$$

$$V1 = 0.266 \text{ m}^2 * 0.20 \text{ m}$$

$$V1 = 0.0532 \text{ m}^3$$

$$V1 = 2(0.0532)$$

$$V1 = 0.1064 \text{ m}^3$$

Aligeramientos

$$\emptyset 1 = 8 \text{ cm.}$$

$$\emptyset 2 = 6 \text{ cm.}$$

$$V\emptyset 1 = \pi r^2 h$$

$$V\emptyset 1 = 3.1416 \cdot (0.04)^2 \cdot 0.475$$

$$V\emptyset 1 = 3.1416 \cdot 0.0016 \cdot 0.475$$

$$V\emptyset 1 = 0.002387 \text{ m}^3$$

$$V \emptyset 2 = 3.1416 \cdot (0.03)^2 \cdot 0.475$$

$$V \emptyset 2 = 3.1416 \cdot 0.009 \cdot 0.475$$

$$V \emptyset 2 = 0.0013$$

$$V_{\text{aligeramiento}} = V\emptyset 1 + V\emptyset 2$$

$$V_{\text{aligeramiento}} = 0.002387 + 0.0013$$

$$V_{\text{aligeramiento}} = 0.00368$$

$$V_{\text{banca}} = V_T - V_{\text{aligeramiento}}$$

$$V_{\text{banca}} = (0.1064 - 0.00368)$$

$$V_{\text{banca}} = 0.10267 \text{ m}^3$$

Determinación de volúmenes de materiales

Volumen Hierro. Si $0.10267 \text{ m}^3 \rightarrow 100\%$

$$X \rightarrow 20\%$$

$$X = 0.10267 \cdot 20 / 100$$

Volumen Hierro. $X = 0.020534 \text{ m}^3$ Hierro

Volumen Concreto= VT- Volumen Hierro

Volumen Concreto= $0.10267 \text{ m}^3 - 0.020534 \text{ m}^3$

Volumen Concreto= 0.082136 m^3

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

Para el Hierro.

Densidad (σ) Hierro= 7.840 Kg/ m^3

$m = \sigma * V$

m Hierro= $7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 0.020534 \text{ m}^3$

m Hierro= $0.16098 \text{ Kg Hierro} \rightarrow \underline{\underline{0.00016 \text{ Ton. Hierro}}}$

Para el concreto.

Densidad (σ) concreto= 2.4 Ton/ m^3

$m = \sigma * V$

m concreto= $2.4 \text{ Ton/m}^3 * 0.082136 \text{ m}^3$

m concreto = **$0.1971264 \text{ Ton. Concreto}$**

5. Banca Concreto Modelo 1

Determinación del volumen total del elemento.

$V = l * b * h$

Espesor= 5 cm.

$V2 = (2.12\text{m}) * (0.40\text{m}) * (0.45\text{m})$

$V2 = 0.3816 \text{ m}^3$

$V1 = (2.02\text{m}) * (0.30\text{m}) * (0.35\text{m})$

$V2 = 0.2121 \text{ m}^3$

$$V_T = V_2 - V_1$$

$$V_T = (0.3816 - 0.2121) \text{ m}^3$$

$$V_T = 0.1695 \text{ m}^3$$

Determinación de volúmenes de materiales

Volumen Hierro. Si $0.1695 \text{ m}^3 \rightarrow 100\%$

$$X \rightarrow 20\%$$

$$X = 0.1695 * 20 / 100$$

Volumen Hierro. $X = 0.0339 \text{ m}^3$ Hierro

Volumen Concreto = V_T - Volumen Hierro

Volumen Concreto = $0.1695 \text{ m}^3 - 0.0339 \text{ m}^3$

Volumen Concreto = 0.1356 m^3

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

Para el Hierro.

Densidad (σ) Hierro = 7.840 Kg/ m^3

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 0.0339 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Hierro} = 0.265776 \text{ Kg Hierro} \rightarrow \underline{\underline{0.00026 \text{ Ton. Hierro}}}$$

Para el concreto.

Densidad (σ) concreto = 2.4 Ton/ m^3

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ concreto} = 2.4 \text{ Ton/ m}^3 * 0.1356 \text{ m}^3$$

$$m \text{ concreto} = \underline{\underline{0.32544 \text{ Ton. Concreto}}}$$

6. Banca Concreto Modelo 2.

Determinación del volumen total del elemento.

Espesor de 5 cm.

$$V = l * b * h$$

$$V_2 = l * b * h$$

$$V_2 = (1.64\text{m}) * (0.44\text{m}) * (0.49\text{m})$$

$$V_2 = 0.353 \text{ m}^3$$

$$V_1 = (1.54\text{m}) * (0.34\text{m}) * (0.39\text{m})$$

$$V_1 = 0.204 \text{ m}^3$$

$$V_T = V_2 - V_1$$

$$V_T = (0.353 + 0.204) \text{ m}^3$$

$$V_T = 0.557 \text{ m}^3$$

Determinación de volúmenes de materiales

Volumen Hierro. Si $0.557 \text{ m}^3 \rightarrow 100\%$

$$X \rightarrow 20\%$$

$$X = 0.557 * 20 / 100$$

Volumen Hierro. $X = 0.114 \text{ m}^3$ Hierro

Volumen Concreto = V_T - Volumen Hierro

Volumen Concreto = $0.557 \text{ m}^3 - 0.114 \text{ m}^3$

Volumen Concreto = 0.4456 m^3

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

Para el Hierro.

Densidad (σ) Hierro = 7.840 Kg/ m^3

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 0.1114 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Hierro} = 0.873376 \text{ Kg Hierro} \rightarrow \underline{\underline{0.00087 \text{ Ton. Hierro}}}$$

Para el concreto.

$$\text{Densidad } (\sigma) \text{ concreto} = 2.4 \text{ Ton/ m}^3$$

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ concreto} = 2.4 \text{ Ton/m}^3 * 0.4456 \text{ m}^3$$

$$m \text{ concreto} = \underline{\underline{1.06944 \text{ Ton. Concreto}}}$$

7. Banca Concreto Modelo 3.

Determinación del volumen total del elemento.

$$\text{Volumen Rectángulo} = A * h$$

$$V1 = V2$$

$$V1 = [(0.40) * (1.4)] * 0.47$$

$$V1 = 0.56 * 0.47$$

$$V1 = 0.2632 \text{ m}^3 = V2$$

$$V3 = [(2.03) * (0.40)] * 0.47$$

$$V3 = 0.812 * .47$$

$$V3 = 0.3816 \text{ m}^3$$

$$VT = V1 + V2 + V3$$

$$VT = 0.2632 + 0.2632 + 0.3816$$

$$VT = 0.91 \text{ m}^3 \text{ Hierro y Concreto}$$

Determinación de volúmenes de materiales

Volumen Hierro. Si $0.91 \text{ m}^3 \rightarrow 100\%$

$$X \rightarrow 20\%$$

$$X = 0.91 * 20 / 100$$

Volumen Hierro. $X = 0.182 \text{ m}^3$ Hierro

Volumen Concreto = $0.91 \text{ m}^3 - 0.182 \text{ m}^3$

Volumen Concreto = 0.728 m^3

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

Para el Hierro.

Densidad (σ) Hierro = 7.840 Kg/ m^3

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 0.182 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Hierro} = 1.426 \text{ Kg Hierro} \rightarrow \underline{\underline{0.001426 \text{ Ton. Hierro}}}$$

Para el concreto.

Densidad (σ) concreto = 2.4 Ton/ m^3

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ concreto} = 2.4 \text{ Ton/m}^3 * 0.728 \text{ m}^3$$

$$m \text{ concreto} = \underline{\underline{1.7472 \text{ Ton. Concreto}}}$$

8. Banca Hierro

Determinación de volúmenes de materiales

Banca 1.

$$A = |*|$$

$$A = (1.10\text{m} * 1.0\text{m}) * 2 \text{ mayas}$$

$$A= 2.20 \text{ m}^2$$

$$\text{Espesor}= 0.003\text{m}$$

$$V1= (2.20*0.003)\text{m}^3 * 30\%$$

$$V1= (0.0066\text{m}^3)*30\%$$

$$V1= 0.00198 \text{ m}^3$$

Para los tubos.

$$\text{Espesor}= 0.002\text{m}$$

$$A= \pi r^2 h$$

$$A= 3.1416 (0.0127)^2 * 1.10$$

$$A= 0.00055 \text{ m}^2$$

$$V2= (0.00055*0.002)$$

$$V2= 0.00000111\text{m}^3 *5$$

$$V2= 0.00000557 \text{ m}^3$$

$$A= \pi r^2 h$$

$$A= 3.1416 (0.0127)^2 * 0.94$$

$$A= 0.000476 \text{ m}^2$$

$$V3= (0.000476*0.002)$$

$$V3= 0.00000095\text{m}^3 *4$$

$$V3= 0.00000381\text{m}^3$$

$$A= \pi r^2 h$$

$$A= 3.1416 (0.0254)^2$$

$$A= 0.00202 \text{ m}^2$$

$$V4 = (0.00202\text{m}^2 * 0.002)$$

$$V4 = 0.00000405\text{m}^3$$

$$V_T = V1 + V2 + V3 + V4$$

$$V_T = (0.0198 + 0.00000557 + 0.00000381 + 0.00000405)$$

$$V_T = 0.001993\text{m}^3$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

Densidad (σ) Hierro = 7.840 Kg/ m^3

$m = \sigma * V$

$$m1 \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 0.001993 \text{ m}^3$$

$$m1 \text{ Hierro} = 0.015628 \text{ Kg Hierro} \rightarrow \underline{\underline{\mathbf{0.0000156 \text{ Ton. Hierro}}}}$$

Banca 2.

Para las bases

$A = l * l$

$$A = (0.42\text{m} * 0.10\text{m})$$

$$A = (0.042 \text{ m}^2 * 2)$$

$$A = 0.084 \text{ m}^2$$

$$\text{Espesor} = 0.002\text{m}$$

$$V1 = (0.084\text{m}^2 * 0.002\text{m})$$

$$V1 = 0.000168\text{m}^3$$

Para las mallas.

$$\text{Espesor} = 0.002\text{m}$$

$$A = l * l$$

$$A = 0.042\text{m} * 0.04\text{m}$$

$$A = 0.00168 \text{ m}^2$$

$$V2 = (0.00168\text{m}^2 * 0.002\text{m})$$

$$V2 = 0.00000336 \text{ m}^3$$

$$A = l * l$$

$$A = 0.042\text{m} * 1.01\text{m}$$

$$A = 0.4242 \text{ m}^2$$

$$V3 = (0.4242\text{m}^2 * 0.002\text{m})$$

$$V3 = (0.0008484 \text{ m}^3) * 30\%$$

$$V3 = (0.00025452 * 2\text{paneles})$$

$$V3 = 0.00050904 \text{ m}^3$$

Para los tubos.

$$A = \pi r^2 h$$

$$A = 3.1416 (0.0254)^2 * (2.02)$$

$$A = 0.00409 \text{ m}^2$$

$$V4 = (0.00409\text{m}^2 * 0.002)$$

$$V4 = 0.00000818 \text{ m}^3$$

$$V_T = V1 + V2 + V3 + V4$$

$$V_T = (0.000168 + 0.00000336 + 0.000509 + 0.00000818)$$

$$V_T = 0.00068854 \text{ m}^3$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

$$\text{Densidad } (\sigma) \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3$$

$$m = \sigma * V$$

$$m_{\text{Hierro}} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 0.00068854 \text{ m}^3$$

$$m_{\text{Hierro}} = 0.005398 \text{ Kg Hierro} \rightarrow \underline{\underline{0.00000539815 \text{ Ton. Hierro}}}$$

$$m_{\text{Total bancas}} = m_1 + m_2$$

$$m_{\text{total bancas}} = (0.000056 + 0.00000539815)$$

$$m_{\text{total bancas}} = \underline{\underline{0.00002103 \text{ Ton Hierro}}}$$

9. Pub Concreto

Determinación del volumen total del elemento.

$$V_1 = (0.41) * (0.90) * (.10)$$

$$V_1 = V_3 = 0.369 \text{ m}^3$$

$$V_2 = V_4 = (0.38) * (.90) * (0.10)$$

$$V_2 = V_4 = 0.442 \text{ m}^3$$

$$V_5 = V_6 = (0.38) * (0.21) * (0.10)$$

$$V_5 = V_6 = 0.00798 \text{ m}^3$$

$$V_T = 2(0.369) + 2(0.442) + 2(0.00798)$$

$$V_T = 0.738 + 0.884 + 0.01596$$

$$V_T = 1.63796 \text{ m}^3$$

Determinación de volúmenes de materiales

$$\text{Volumen Hierro. Si } 1.63796 \text{ m}^3 \rightarrow 100\%$$

$$X \rightarrow 20\%$$

$$X = 1.63796 * 20 / 100$$

$$\text{Volumen Hierro. } X = 0.327592 \text{ m}^3 \text{ Hierro}$$

$$\text{Volumen Concreto} = 1.63796 \text{ m}^3 - 0.327592 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Concreto} = 1.310368 \text{ m}^3$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

Para el Hierro.

Densidad (σ) Hierro= 7.840 Kg/ m³

$m = \sigma * V$

m Hierro= 7.840 Kg/ m³ * 0.327592 m³

m Hierro= 2.56832128 Kg Hierro → **0.002568 Ton. Hierro**

Para el concreto.

Densidad (σ) concreto= 2.4 Ton/ m³

$m = \sigma * V$

m concreto= 2.4 Ton/m³ * 1.310368 m³

m concreto = **3.1448832 Ton. Concreto**

10. Mesa Concreto

Determinación del volumen total del elemento.

$V = l * l * l$

$V1 = (1.50m) * (0.72m) * (0.07m)$

$V1 = 0.0756 \text{ m}^3$

$V2 = (0.30m) * (0.15m) * (1m)$

$V2 = 0.045 \text{ m}^3$

$VT = V1 + V2$

$VT = (0.0756 + 0.045) \text{ m}^3$

$VT = 0.1206 \text{ m}^3$

Determinación de volúmenes de materiales

Volumen Hierro. Si $0.1206 \text{ m}^3 \rightarrow 100\%$

$$X \rightarrow 20\%$$

$$X = 0.1206 * 20 / 100$$

Volumen Hierro. $X = 0.02412 \text{ m}^3$ Hierro

Volumen Concreto= VT- Volumen Hierro

Volumen Concreto= $0.1206 \text{ m}^3 - 0.02412 \text{ m}^3$

Volumen Concreto= 0.09648 m^3

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

Para el Hierro.

Densidad (σ) Hierro= 7.840 Kg/ m^3

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 0.02412 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Hierro} = 0.1891 \text{ Kg Hierro} \rightarrow \underline{\underline{0.000189 \text{ Ton. Hierro}}}$$

Para el concreto.

Densidad (σ) concreto= 2.4 Ton/ m^3

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ concreto} = 2.4 \text{ Ton/m}^3 * 0.09648 \text{ m}^3$$

$$m \text{ concreto} = \underline{\underline{0.231552 \text{ Ton. Concreto}}}$$

11. Pasamanos Cold Rolled tubería negra de 1½ pulg.

Determinación del volumen total del elemento.

$$1 \text{ Pulg} = 2.54 \text{ cm.}$$

$$\frac{1}{2} \text{ Pulg.} = 1.27 \text{ cm}$$

$$1\frac{1}{2} \text{ Pulg.} = 3.81 \text{ cm} \rightarrow 0.0381 \text{ m}$$

$$\text{Radio} / 2 = 0.0381$$

$$\text{Radio} = 0.01905 \text{ m}$$

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = 3.1416(0.01905\text{m})^2 * 64000\text{m}$$

$$V = 72.96 \text{ m}^3$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

$$\text{Densidad } (\sigma) \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3$$

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 72.96 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Hierro} = 572006.4 \text{ Kg Hierro} \rightarrow 572 \text{ Ton. Hierro} / 64000 \text{ mts lineales}$$

$$m \text{ Hierro} = \underline{\underline{0.0089 \text{ Ton. Hierro}}}$$

12. Pasamanos tubular 2,4 pulg.

Determinación del volumen total del elemento.

$$1 \text{ Pulg} = 2.54 \text{ cm.}$$

$$2.4 \text{ Pulg.} = 6.096 \text{ cm} \rightarrow 0.06096 \text{ m}$$

$$\text{Radio} / 2 = 0.03048 \text{ m}$$

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = 3.1416(0.03048\text{m})^2 * 8000 \text{ m}$$

$$V = 23.349 \text{ m}^3$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

$$\text{Densidad } (\sigma) \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3$$

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 23.349 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Hierro} = 183056.16 \text{ Kg Hierro} \rightarrow 183.05616 \text{ Ton. Hierro} / 8000 \text{ mts lineales}$$

$$m \text{ Hierro} = \underline{\underline{0.0228 \text{ Ton. Hierro}}}$$

13. Pasamanos Acero inoxidable de 1½ pulg.

$$1 \text{ Pulg} = 2.54 \text{ cm.}$$

$$\frac{1}{2} \text{ Pulg.} = 1.27 \text{ cm}$$

$$1\frac{1}{2} \text{ Pulg.} = 3.81 \text{ cm} \rightarrow 0.0381 \text{ m}$$

$$\text{Radio} / 2 = 0.0381$$

$$\text{Radio} = 0.01905 \text{ m}$$

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = 3.1416(0.01905 \text{ m})^2 * 14000 \text{ m}$$

$$V = 15.96 \text{ m}^3$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

$$\text{Densidad } (\sigma) \text{ Acero} = 7.850 \text{ Kg/ m}^3$$

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ Hierro} = 7.850 \text{ Kg/ m}^3 * 15.96 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Hierro} = 125286 \text{ Kg Hierro} \rightarrow 125.286 \text{ Ton. Hierro} / 14000 \text{ mts lineales}$$

$$m \text{ Hierro} = \underline{\underline{0.008949 \text{ Ton. Hierro}}}$$

14. Señales de Tránsito

Determinación del volumen total del elemento.

$$A = 2\pi r$$

$$A = 2(3.1416)0.15 \text{ m}$$

$$A = 0.94248 \text{ m}$$

$$\text{Espesor} = 0.002 \text{ m}$$

$$V1 = (0.94248 * 0.002)$$

$$V1 = 0.00188 \text{ m}^3$$

$$A = |*|$$

$$A = (2.70 \times 0.10)$$

$$A = 0.27 \text{ m}^2$$

$$\text{Espesor} = .003\text{m}$$

$$V_2 = 0.27\text{m} \times 0.003\text{m}$$

$$V_2 = 0.00081 \text{ m}^3$$

$$V_T = V_1 + V_2$$

$$V_T = 0.00188 + 0.00081$$

$$V_T = 0.00269$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

$$\text{Densidad } (\sigma) \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3$$

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 0.00269 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Hierro} = 0.021128 \text{ Kg Hierro} \rightarrow \underline{\underline{0.000021128 \text{ Ton. Hierro}}}$$

15. Canecas

Determinación del volumen total del elemento.

$$V = \pi r^2 h$$

$$V_1 = 3.1416(0.002\text{m})^2 \times (0.216\text{m})$$

$$V_1 = 0.034 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 3.1416 (0.225\text{m})^2 \times (0.485\text{m})$$

$$V_2 = 0.077 \text{ m}^3$$

$$V_T = V_1 + V_2$$

$$V_T = 0.034 \text{ m}^3 + 0.077 \text{ m}^3$$

$$V_T = 0.111 \text{ m}^3$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

Para el Hierro.

Densidad (σ) Hierro= 7.840 Kg/ m³

$m = \sigma * V$

m Hierro= 7.840 Kg/ m³ * 0.111 m³

m Hierro= 0.87024 Kg Hierro → **0.00087 Ton. Hierro**

Para el Acero.

Densidad (σ) acero= 7.850 Kg/ m³

$m = \sigma * V$

m acero= 7.850 Kg/ m³ * 0.111 m³

m acero = 0.87135 Kg. → **0.00087135 Ton. Acero**

16. Ciclo Parquadero Tipo 1 M-100

Determinación del volumen total del elemento.

$V = \pi r^2 h$

$V = 3.1416(0.00508)^2 * (10.888m)$

$V = 3.1416(0.00258m^2) * 10.888m$

$V = 0.08825 m^3$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

Densidad (σ) Hierro= 7.840 Kg/ m³

$m = \sigma * V$

m Hierro= 7.840 Kg/ m³ * 0.08825 m³

m Hierro= 0.69188 Kg Hierro → **0.00069 Ton. Hierro**

17. Ciclo Parquadero Tipo 2 M-101

Determinación del volumen total del elemento.

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = 3.1416(0.00508)^2(10.888\text{m})$$

$$V = 3.1416(0.00258\text{m}^2)*10.888\text{m}$$

$$V = 0.08825 \text{ m}^3$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

$$\text{Densidad } (\sigma) \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3$$

$$m = (\sigma * V) * 6 \text{ partes iguales}$$

$$m \text{ Hierro} = (7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 0.08825 \text{ m}^3)$$

$$m \text{ Hierro} = 0.69188 \text{ Kg Hierro} \rightarrow 0.00069 \text{ Ton. Hierro}$$

$$m \text{ Hierro} = (0.00069 \text{ Ton}) * 6 \text{ partes iguales}$$

$$m \text{ Hierro} = \underline{\underline{0.00414 \text{ Ton Hierro}}}$$

18. Luminarias

Determinación del volumen total del elemento.

$$\text{Circunferencia} = 2\pi r$$

$$r = \text{circunferencia} / 2\pi$$

$$r = 20 \text{ cm} / 6.2832$$

$$r = 3.183 \text{ cm} \rightarrow 0.03183 \text{ m}$$

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = 3.1416 (0.03188\text{m})^2(4\text{m})$$

$$V = 0.0127 \text{ m}^3$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

$$\text{Densidad } (\sigma) \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3$$

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 0.0127 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Hierro} = 0.0995 \text{ Kg Hierro} \rightarrow \underline{\underline{0.000099 \text{ Ton. Hierro}}}$$

19. Paneles

Determinación del volumen total del elemento.

$$A = l * l$$

$$A = (3\text{m} * 1.34\text{m})$$

$$A = 4.02\text{m}^2$$

$$V = A * \text{Espesor}$$

$$\text{Espesor} = 0.002$$

$$V1 = 4.02 \text{ m}^2 * 0.002\text{m}$$

$$V1 = 0.00804 \text{ m}^3$$

$$A = l * l$$

$$A = (1.80\text{m} * 0.64\text{m})$$

$$A = 1.152 \text{ m}^2$$

$$V = A * \text{Espesor}$$

$$\text{Espesor} = 0.002$$

$$V1 = 1.152 \text{ m}^2 * 0.002\text{m}$$

$$V1 = 0.002304 \text{ m}^3$$

$$V_T = V1 + V2 / 2$$

$$V_T = (0.00804 + 0.002304) / 2$$

$$V_T = 0.005172$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

Densidad (σ) Acero= 7.850 Kg/ m³

$m = \sigma * V$

m Acero= 7.840 Kg/ m³ * 0.005172 m³

m Acero= 0.0406002 Kg Acero → **0.0000406 Ton. Acero**

20. Pendón adosado a Poste M-150

Determinación del volumen total del elemento.

$V = \pi r^2 h$

$V1 = 3.1416 (0.025m)^2 * (0.8m)$

$V1 = (0.0015 m^3) * 4 \text{ partes}$

$V1 = 0.0062 m^3$

$V = \pi(r^2 + rR + R^2)h/3$

Si $r = 0.104/100 = 1.04m$

$R = 1.25m$

$V2 = 3.1416[(1.04m)^2 + (1.04m)*(1.25m) + (1.25m)^2]*4.5m/3$

$V2 = 3.1416 [(2.1216)*(2.8125)]*4.5/3$

$V2 = 28.11889 m^3$

$V_T = V1 + V2$

$V_T = 0.0062 m^3 + 28.11 m^3$

$V_T = 28.1162 m^3$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

Densidad (σ) Hierro= 7.840 Kg/ m³

$m = \sigma * V$

$$m \text{ Hierro} = 7.840 \text{ Kg/ m}^3 * 28.1162 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Hierro} = 220.431 \text{ Kg Hierro} \rightarrow 0.22043 \text{ Ton. Hierro}$$

21. Teléfono Pared M-21

Determinación del volumen total del elemento.

$$A = [(B+b)/2] * h$$

$$A = [(0.75 + 0.245)/2] * (1.158)$$

$$A = 0.576 \text{ m}^2$$

$$V = A * h$$

$$V1 = (0.576 * 0.052)$$

$$V1 = (0.029 \text{ m}^3) * 2 \text{ lados}$$

$$V1 = 0.059 \text{ m}^3$$

$$A = |*|$$

$$A = (0.75 * 0.58)$$

$$A = 0.435 \text{ m}^2$$

$$V = A * E$$

$$V2 = (0.435 * 0.075)$$

$$V2 = 0.032 \text{ m}^3$$

$$A = (0.295 * 0.58)$$

$$A = 0.171 \text{ m}^2$$

$$V3 = (0.171 * 0.108)$$

$$V3 = 0.018 \text{ m}^3$$

$$VT = V1 + V2 + V3$$

$$VT = (0.059 \text{ m}^3 + 0.032 \text{ m}^3 + 0.018 \text{ m}^3)$$

$$V_T = 0.109 \text{ m}^3$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

$$\text{Densidad } (\sigma) \text{ Acero} = 7.850 \text{ Kg/ m}^3$$

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ Acero} = 7.850 \text{ Kg/ m}^3 * 0.109 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Acero} = 0.855 \text{ Kg Acero} \rightarrow \underline{\underline{0.000855 \text{ Ton. Acero}}}$$

22. Teléfono Pedestal M-20

Determinación del volumen total del elemento.

$$A = [(B+b)/2] * h$$

$$A = [(0.75+0.245)/2] * (1.158)$$

$$A = 0.576 \text{ m}^2$$

$$V = A * h$$

$$V_1 = (0.576 * 0.052)$$

$$V_1 = (0.029 \text{ m}^3) * 2 \text{ lados}$$

$$V_1 = 0.059 \text{ m}^3$$

$$A = |*|$$

$$A = (0.75 * 0.58)$$

$$A = 0.435 \text{ m}^2$$

$$V = A * E$$

$$V_2 = (0.435 * 0.075)$$

$$V_2 = 0.032 \text{ m}^3$$

$$A = (0.295 * 0.58)$$

$$A = 0.171 \text{ m}^2$$

$$V_3 = (0.171 * 0.108)$$

$$V_3 = 0.018 \text{ m}^3$$

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$V_T = (0.059 \text{ m}^3 + 0.032 \text{ m}^3 + 0.018 \text{ m}^3 + 0.10679)$$

$$V_T = 0.21579 \text{ m}^3$$

Determinación de la Masa. $m = \sigma * V$

Densidad (σ) Acero = 7.850 Kg/ m^3

$$m = \sigma * V$$

$$m \text{ Acero} = 7.850 \text{ Kg/ m}^3 * 0.21579 \text{ m}^3$$

$$m \text{ Acero} = 1.69395 \text{ Kg Acero} \rightarrow \underline{\underline{\mathbf{0.00169 \text{ Ton. Acero}}}}$$

Anexo G. TABLA BASE PARA CÁLCULOS DE EMISIONES DE CO₂ y C POR EL MOBILIARIO URBANO DISPUESTO EN EL CAMPUS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.

Elemento de Mobiliario Urbano	Cantidad	Materiales	Peso Unitario Concreto (Ton)	Peso Unitario Hierro (Ton)	Peso Unitario Acero (Ton)	CO2 Concreto	CO2 Acero	CO2 Hierro	Emisión Total Unitaria (Ton CO2)	Emisión Total Mobiliario (Ton CO2)	Emisión Total (Ton C)
Bolardo Concreto M-60	112	Concreto, hierro	0,04	0,00003	0	0,04	0	2,204E-05	0,04	4,5	1,2
Bolardo Ovalado	52	Concreto, hierro	0,02	0,00002	0	0,02	0	0,00001	0,02	1,3	0,3
Bolardo Bajo Hierro M-62	9	Hierro	0	0,0002	0	0	0	0,0001	0,0001	0,001	0,0004
Banca Concreto Modular M-40	73	Concreto, hierro	0,1	0,0001	0	0,1	0	0,0001	0,1	14,3	3,9
Banca Concreto Modelo 1	37	Concreto, hierro	0,3	0,0002	0	0,3	0	0,0001	0,3	12,04	3,2
Banca Concreto Modelo 2	51	Concreto, hierro	1,06	0,0008	0	1,06	0	0,0005	1,07	54,5	14,8
Banca Concreto Modelo 3	11	Concreto, hierro	1,7	0,001	0	1,7	0	0,0009	1,7	19,2	5,2
Banca Hierro	77	Hierro	0	2,103E-05	0	0	0	1,409E-05	1,409E-05	0,001	0,0002
Pub Concreto	14	Concreto, hierro	3,1	0,002	0	3,1	0	0,001	3,1	44,05	12,01
Mesa Concreto	1	Concreto, hierro	0,2	0,0001	0	0,2	0	0,0001	0,2	0,2	0,06
Pasamanos Cold Rolled Tubería Negra de 1 ½ pulg (ml)	64000	Hierro	0	0,008	0	0	0	0,005	0,005	381,6	104,08
Pasamanos Tubular 2,4 pulgadas (Mt. Lineales)	8000	Hierro	0	0,02	0	0	0	0,01	0,01	122,2	33,3
Pasamanos Acero Inoxidable de 1 ½ pulg (Mt. Lineales)	14000	Acero	0	0	0,008	0	0,05	0	0,05	830,6	226,5
Señales de Tránsito	15	Hierro	0	2,113E-05		0	0	1,416E-05	1,416E-05	0,0002	5,79E-05
Canecas	66	Hierro, Acero	0	0,0008	0,0008	0	0,005	0,0005	0,006	0,4	0,1
Ciclo Parquadero Tipo 1 M-100	4	Hierro	0	0,0006	0	0	0	0,0004	0,0004	0,001	0,0005
Ciclo Parquadero Tipo 2 M-101	1	Hierro	0	0,004	0	0	0	0,002	0,002	0,002	0,0007
Luminarias	121	Hierro	0	0,00009	0	0	0	6,633E-05	6,633E-05	0,008	0,002
Paneles	57	Acero	0	0	0,00004	0	0,0002	0	0,0002	0,01	0,004
Pendón Adosado a Poste M-150	7	Hierro	0	0,2	0	0	0	0,1	0,14	1,03	0,2
Teléfono Pared M-21	3	Acero	0	0	0,0008	0	0,005	0	0,005	0,01	0,004

Teléfono Pedestal M-20	8	Acero	0	0	0,00169	0	0,01	0	0,01	0,08	0,02
TOTAL						6,78283	0,08	0,1	7,04	1486,5	405,4

Anexo H. TABLA BASE PARA EL CÁLCULO DE LAS PROYECCIONES DE EMISIÓN DE CO₂ DEL MOBILIARIO URBANO DEL CAMPUS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA PROPUESTO EN MADERA

MOBILIARIO ACTUAL				MOBILIARIO PROPUESTO				
Elemento de Mobiliario Urbano	CO ₂ Emitido Unitario (Ton)	Cantidad	Total CO ₂ Emitido (Ton)	Reemplazo en madera (%)	CO ₂ Capturado Unitario (Ton)	CO ₂ Emitido Unitario (Ton)	Total CO ₂ Capturado (Ton)	Total Emitido (Ton)
Bolardo Concreto M-60	0,04	112	4,5	90	0,03	0,004	4,06	0,4
Bolardo Ovalado	0,02	52	1,3	90	0,02	0,002	1,2	0,13
Bolardo Bajo Hierro M-62	0,0001	9	0,001	90	0,0001	0,00001	0,001	0,0001
Banca Concreto Modular M-40	0,1	73	14,3	90	0,17	0,019	12,9	1,4
Banca Concreto Modelo 1	0,3	37	12,04	70	0,2	0,09	8,4	3,6
Banca Concreto Modelo 2	1,07	51	54,5	70	0,7	0,32	38,1	16,3
Banca Concreto Modelo 3	1,7	11	19,2	70	1,2	0,5	13,4	5,7
Banca Hierro	1,40901E-05	77	0,001	100	1,40901E-05	0	0,001	0
Pub Concreto	3,1	14	44,05	90	2,8	0,31	39,6	4,4
Mesa Concreto	0,2	1	0,23	80	0,18	0,04	0,18	0,04
Pasamanos Cold Rolled Tubería Negra de 1 ½ pulg (ml)	0,005	64000	381,6	70	0,004	0,001	267,1	114,4
Pasamanos Tubular 2,4 pulgadas (Mt. Lineales)	0,015	8000	122,2	90	0,013	0,001	109,9	12,2
Pasamanos Acero Inoxidable de 1 ½ pulg (Mt. Lineales)	0,059	14000	830,6	70	0,04	0,01	581,4	249,1
Señales de Tránsito	1,41558E-05	15	0,0002	90	1,27402E-05	1,41558E-06	0,00019	2,12336E-05
Canecas	0,006	66	0,4	70	0,004	0,0019	0,2	0,12
Ciclo Parqueadero Tipo 1 M-100	0,0004623	4	0,001	90	0,0004	0,00004	0,0016	0,00018
Ciclo Parqueadero Tipo 2 M-101	0,0027738	1	0,002	90	0,002	0,0002	0,002	0,0002
Luminarias	0,00006633	121	0,008	90	0,00005	0,000006	0,007	0,0008
Paneles	0,0002	57	0,015	90	0,0002	2,69178E-	0,0138	0,0015

						05		
Pendón Adosado a Poste M-150	0,14	7	1,03	90	0,13	0,014	0,93	0,103
Teléfono Pared M-21	0,005	3	0,017	70	0,003	0,0017	0,0119	0,005
Teléfono Pedestal M-20	0,01	8	0,08	70	0,007	0,003	0,06	0,026
TOTAL	7,04		1.486,5		5,6	1,3	1.078,1	408,4

**Anexo I. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL MOBILIARIO URBANO DISPUESTO EN
EL CAMPUS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**



Foto 1. Bolardo Concreto



Foto 2. Bolardo Ovalado



Foto 3. Banca Concreto modular



Foto 4. Banca concreto Modular



Foto 5. Banca Concreto Modelo 1



Foto 6. Banca concreto Modelo 2



Foto 7. Banca Concreto Modelo 3



Foto 8. Banca Hierro



Foto 9. Banca Hierro



Foto 10. Banca Hierro



Foto 11. Pub Concreto



Foto 12. Mesa Concreto



Foto 13. Señales de Tránsito



Foto 14. Canecas

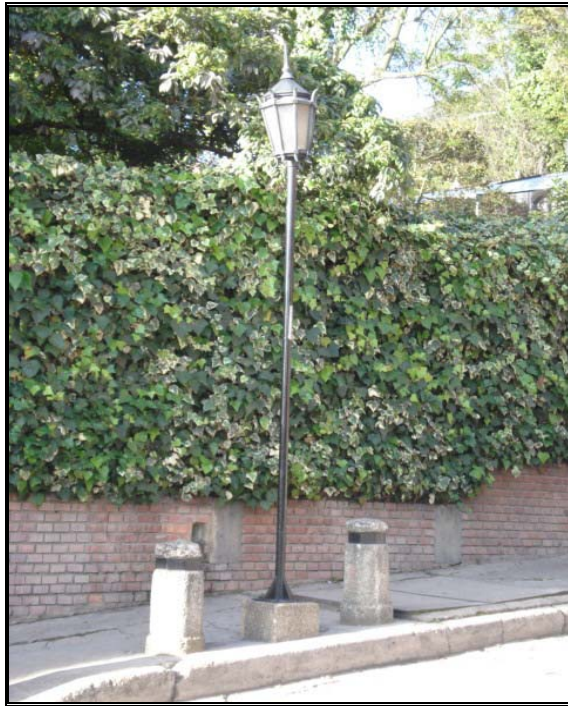


Foto 15. Luminarias



Foto 16. Luminarias



Foto 17. Luminarias



Foto 18. Panel Informativo



Foto 19. Panel Informativo



Foto 20. Pendón adosado a poste